

**PENGARUH PERUBAHAN DURASI INJEKSI DAN TIMING PENGAPIAN
TERHADAP PEFORMA MESIN HONDA VARIO 125 MENGGUNAKAN
ECU *PROGRAMMABLE* JUKEN 2 YAMAHA VIXION
PADA MOBIL HYBRID H15 GARUDA UNY**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh:

CHAHYO HANDOKO

13504244002

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGARUH PERUBAHAN DURASI INJEKSI DAN TIMING PENGAPIAN
TERHADAP PERFORMA MESIN HONDA VARIO 125 MENGGUNAKAN
ECU *PROGRAMMABLE* JUKEN 2 YAMAHA VIXION
PADA MOBIL HYBRID H15 GARUDA UNY**

Disusun oleh:

CHAHYO HANDOKO

13504244002

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 25 September 2017

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Otomotif

Disetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Zainal Arifin, M.T.
NIP. 19690312 200112 1 001



Dr. Zainal Arifin, M.T.
NIP. 19690312 200112 1 001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama : Chahyo Handoko

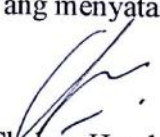
NIM : 13504244002

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Judul TAS : PENGARUH PERUBAHAN DURASI INJEKSI DAN
TIMING PENGAPIAN TERHADAP PEFORMA MESIN
HONDA VARIO 125 MENGGUNAKAN ECU
PROGRAMMABLE JUKEN 2 YAMAHA VIXION PADA
MOBIL HYBRID H15 GARUDA UNY

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, September 2017
Yang menyatakan,


Chahyo Handoko
13504244002

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGARUH PERUBAHAN DURASI INJEKSI DAN TIMING PENGAPIAN
TERHADAP PERFORMA MESIN HONDA VARIO 125 MENGGUNAKAN
ECU PROGRAMMABLE JUKEN 2 YAMAHA VIXION
PADA MOBIL HYBRID H15 GARUDA UNY**

Disusun oleh:

CHAHYO HANDOKO

13504244002

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program
Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada
tanggal 6 Oktober 2017

TIM PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Zainal Arifin, M.T.	Ketua Penguji		23.10.2017
Prof. Dr. Herminarto Sofyan, M.Pd.	Sekretaris		23-10-2017
Dr. Agus Budiman, M.Pd., M.T.	Penguji Utama		23-10-2017

Yogyakarta, Oktober 2017

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Jember,



Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

HALAMAN MOTTO

“...Allah tidak akan membebani hambaNya melainkan sesuai dengan
kesanggupannya...”

Q.S Al-Baqarah (2:286)

“Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali terlihat sulit dan mustahil untuk
dikerjakan. Mencoba mengerjakan adalah langkah awal untuk meyakinkan diri
kita bahwa kita menyelesaikannya dengan baik”

(handoko.putro)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan Tugas Akhir Skripsi teruntuk:

- ❖ Bapak Warsidi dan Ibu Ngatini yang telah memberikan segala fasilitas, doa, dukungan, bimbingan dan semangat.
- ❖ Kakak dan Adik ku yang selalu memberikan dorongan, semangat serta dukungannya
- ❖ Teman-teman tim GURT yang telah menemani perjuangan dalam kompetisi dan riset.
- ❖ Teman-teman kelas C 2013 yang telah menemani selama 4 tahun dan memberikan warna-warni saat kuliah.

**PENGARUH PERUBAHAN DURASI INJEKSI DAN TIMING PENGAPIAN
TERHADAP PEFORMA MESIN HONDA VARIO 125 MENGGUNAKAN
ECU *PROGRAMMABLE* JUKEN 2 YAMAHA VIXION
PADA MOBIL HYBRID H15 GARUDA UNY**

Oleh:

CHAHYO HANDOKO
13504244002

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian menggunakan ECU *programable* Juken 2 pada mesin hybrid H15 terhadap torsi dan daya yang dihasilkan oleh mesin.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen dengan menggunakan mesin Vario 125 pada mobil hybrid H15. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dynotest untuk mengukur torsi dan daya yang dihasilkan mesin. Metode analisis data dilakukan secara analisis deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) durasi injeksi dan timing pengapian yang distelsesuaikebutuhanmesin dengan tepat dapat menaikkan torsi mesin sebesar 5,08 Nm dari 9,66 Nm menjadi 14,56 Nm dibandingkan yang belum dilakukan penyetelansesuaikebutuhanmesin. (2) durasi injeksi dan timing pengapian yang distelsesuaikebutuhanmesin dengan tepat dapat menaikkan daya mesin sebesar 3,1 HP dari 7,0 HP menjadi 10,1 HP di bandingkan yang belum dilakukan penyetelansesuaikebutuhanmesin.

Kata Kunci : torsi mesin, daya mesin, ECU *programable* Juken 2, mesin hybrid H15

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur di panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayahnya sehingga Tugas Akhir Skripsi dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana pendidikan dengan judul “Pengaruh Perubahan Durasi Injeksi Dan Timing Pengapian Terhadap Peforma Mesin Honda Vario 125 Menggunakan ECU Programmable Juken 2 Yamaha Vixion Pada Mobil Hybrid H15 Garuda UNY” dapat disusun dan diselesaikan sesuai harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, maka pada kesempatan ini disampaikan ucapan banyak terimakasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi, Pembimbing Akademik, dan Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif yang telah memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi.
2. Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
3. Dr. Agus Budiman, M.Pd.,M.T. selaku Penguji Utama yang memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap Tugas Akhir Skripsi.

4. Prof. Dr. Herminarto Sofyan, M.Pd. selaku Sekertaris Penguji yang memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap Tugas Akhir Skripsi.
5. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan disini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkan.

Yogyakarta, September 2017

Penulis,

Chahyo Handoko
NIM 13504244002

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN TEORI	10
A. Kajian Teori.....	10
B. Penelitian yang Relevan	39
C. Kerangka Berpikir	40
D. Pertanyaan Penelitian	42
E. Hipotesis Penelitian	42
BAB III METODE PENELITIAN	43
A. Jenis Penelitian	43
B. Tempat dan Waktu Penelitian	43

C. Sampel Penelitian	44
D. Variabel penelitian.....	44
E. Teknik Pengambilan Data	46
F. Teknik Analisis Data	46
G. Skema Penelitian	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
A. Hasil Penelitian.....	52
B. Pembahasan	90
BAB V PENUTUP	120
A. Simpulan	120
B. Implikasi	120
C. Keterbatasan	121
D. Saran	121
DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN.....	124

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan AFR dengan kondisi mesin	11
Tabel 2. Penyetelan pengujian	50
Tabel 3. Spesifikasi sampel pengujian 1	52
Tabel 4. Hasil pengujian 1	53
Tabel 5. Spesifikasi sampel pengujian 2	55
Tabel 6. Hasil pengujian 2	56
Tabel 7. Spesifikasi sampel pengujian 3	58
Tabel 8. Mapping durasi injeksi normal yang telah di sesuaikan	59
Tabel 9. Hasil pengujian 3	60
Tabel 10. Spesifikasi sampel pengujian 4	62
Tabel 11. Kurva timing pengapian normal yang telah di sesuaikan	63
Tabel 12. Hasil pengujian 4	64
Tabel 13. Spesifikasi sampel pengujian 5	66
Tabel 14. Mapping durasi injeksi normal yang telah di sesuaikan	67
Tabel 15. Kurva timing pengapian normal yang telah di sesuaikan	68
Tabel 16. Hasil pengujian 5	69
Tabel 17. Spesifikasi sampel pengujian 6	71
Tabel 18. Mapping durasi injeksi di perpanjang 3% dari normal	72
Tabel 19. Kurva timing pengapian normal yang telah di sesuaikan	73
Tabel 20. Hasil pengujian 6	74
Tabel 21. Spesifikasi sampel pengujian 7	76
Tabel 22. Mapping durasi injeksi diperpendek 3% dari normal	77
Tabel 23. Kurva timing pengapian normal yang telah di sesuaikan	78
Tabel 24. Hasil pengujian 7	79

Tabel 25. Spesifikasi sampel pengujian 8.....	81
Tabel 26. Mapping durasi injeksi normal yang telah di sesuaikan	82
Tabel 27. Kurva timing pengapian dimajukan 3 derajat dari normal	83
Tabel 28. Hasil pengujian 8	84
Tabel 29. Spesifikasi sampel pengujian 9.....	86
Tabel 30. Mapping durasi injeksi normal yang telah di sesuaikan	87
Tabel 31. Mapping durasi injeksi di perpanjang 3% dari normal	88
Tabel 32. Hasil pengujian 9	89
Tabel 33. Perbandingan torsi mesin setiap pengujian.....	91
Tabel 34. Pengukuran AFR pada setiap pengujian	93
Tabel 35. Timing pengapian pada putaran idledan maksimal.....	93
Tabel 36. Perbandingan daya setiap pengujian.....	106
Tabel 37. Pengukuran AFR pada setiap pengujian	108
Tabel 38. Timing pengapian pada putaran idledan maksimal	108
Tabel 39. Perubahan dan hasil pengujian.....	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. EFI D-jetronik dan L-jetronik	13
Gambar 2. Aliran Sistem Bahan Bakar Pada EFI	14
Gambar 3. Pompa Bahan Bakar Assy Sepeda Motor	15
Gambar 4. Konstruksi Injektor	16
Gambar 5. Konstruksi dan Nilai Tahanan <i>Intake Air Temperature</i>	19
Gambar 6. MAP Sensor dan Rangkaianannya	20
Gambar 7. Hubungan Output Voltage MAP Sensor dengan tekanan pada Intake Manifold	20
Gambar 8. Throttle Position sensor dan Rangkaianannya	21
Gambar 9. <i>Water Temperatur Sensor</i> dan Rangkaianannya	21
Gambar 10. Konstruksi WTS dan Hubungan Temperatur Dengan Nilai Tahanan	22
Gambar 11. CKP (Crankshaft Position sensor)	23
Gambar 12. Konstruksi <i>Oxygen Sensor</i>	24
Gambar 13. Rangkaian dan Cara Kerja <i>Oxygen Sensor</i>	24
Gambar 14. Skema Sistem Induksi udara	25
Gambar 15. ISC Valve	27
Gambar 16. Durasi Injeksi Saat Stater	30
Gambar 17. Durasi Injeksi Setelah Setater	30
Gambar 18. Hubungan Temperatur Mesin Dengan Durasi Injeksi	31
Gambar 19. Pengaruh Temperature, Kecepatan Mesin Terhadap Fungsi <i>Fuel Cut</i>	34
Gambar 20. Koreksi Tegangan Baterai	35
Gambar 21. Diagram Pekaruh AFR Terhadap Daya Mesin	37
Gambar 22. Pengaruh Pengajuan Timing Pengapian Terhadap Tekanan Hasil Pembakaran	38
Gambar 23. Skema penelitian	47

Gambar 25. Grafik pengujian 1.....	54
Gambar 26. Mesin modifikasi dengan ecu standar	55
Gambar 27. Grafik pengujian 2	57
Gambar 28. Pemrograman mencari durasi injeksi yang sesuai	58
Gambar 29. Grafik pengujian 3.....	61
Gambar 30. Pemrograman mencari timing pengapian yang sesuai	62
Gambar 31. Grafik pengujian4.....	65
Gambar 32. Pemrograman durasi injeksi dan timing pengapian yang sesuai	66
Gambar 33. Grafik pengujian 5.....	70
Gambar 34. Grafik pengujian 6.....	75
Gambar 35. Grafik pengujian 7.....	80
Gambar 36. Grafik pengujian 8.....	85
Gambar 37. Grafik pengujian 9.....	90
Gambar 38. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 1 dan 2	93
Gambar 39. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 2 dan 3	96
Gambar 40. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 2 dan 4	97
Gambar 41. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 2 dan 5	98
Gambar 42. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 6 dan 5	100
Gambar 43. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 7 dan 5	101
Gambar 44. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 8 dan 5	102
Gambar 45. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 9 dan 5	104
Gambar 46. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 1 dan 2	108
Gambar 47. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 2 dan 3	111
Gambar 48. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 2 dan 4	112
Gambar 49. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 2 dan 5	113
Gambar 50. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 6 dan 5	114
Gambar 51. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 7 dan 5	115

Gambar 52. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 8 dan 5	116
Gambar 53. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 9 dan 5	117

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Mapping Durasi Injeksi	125
Lampiran 2. Timing Pengapian.....	128
Lampiran 3. Hasil Dynotest	131
Lampiran 4. Dokumentasi.....	144
Lampiran 5. Kartu Bimbingan	148
Lampiran 6. Bukti Hasil Revisi.....	149

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Garuda UNY Team merupakan sebuah organisasi yang dinaungi oleh UKM Rekayasa Teknologi Divisi Mobil Universitas Negeri Yogyakarta yang dibentuk untuk mengikuti kompetisi-kompetisi mobil baik Nasional maupun Internasional. Sejak tahun 2009, Garuda UNY Team meraih prestasi yang membanggakan pada kompetisi nasional hingga saat ini. Dengan prestasi-prestasi yang diperoleh dan pengalaman pada setiap kompetisi di tingkat nasional, Garuda UNY meningkatkan kompetisinya di tingkat internasional yaitu *International Student Green Car Competition (ISGCC)* di Seoul, Korea Selatan.

ISGCC merupakan kompetisi yang diselenggarakan oleh KOTSA (*Korean Transportation And Savety*) yang bertujuan untuk memberikan wadah bagi mahasiswa di seluruh Asia untuk membuat dan mengembangkan kendaraan yang ramah lingkungan, kuat, dan cepat namun tidak melupakan faktor keamanan. Terdapat 2 kategori kendaraan yang dilombakan yaitu *electric vehicle* dan *hybrid vehicle*. Terdapat 4 kategori lomba pada kompetisi *ISGCC* yaitu *acceleration*, *manuver ability*, *endurance*, dan *creative logy*.

Pada kompetisi *ISGCC* tentu terdapat aturan-aturan yang harus dipatuhi oleh setiap peserta lomba. Aturan-aturan tersebut diterapkan bertujuan untuk keamanan bagi seluruh peserta lomba. Seluruh aturan tersebut telah dijelaskan pada panduan regulasi *ISGCC*. Aturan umum untuk kendaraan electric yaitu

kendaraan harus berpenggerak listrik, sedangkan untuk kendaraan hybrid yaitu kendaraan harus memiliki penggerak listrik dan mesin bensin.

Kompetisi *ISGCC* yang pertama kali diikuti oleh Garuda UNY yaitu pada tahun 2013 dengan kendaraan *electric*. Pada tahun pertama mengikuti kompetisi *ISGCC*, Garuda UNY mampu meraih prestasi yang membanggakan yaitu juara 1 kategori *creative technology*. Berbekal dengan prestasi tersebut, Garuda UNY Team kembali mengikuti kompetisi *ISGCC* pada tahun 2014 dengan 2 kendaraan yaitu *electric* dan *hybrid*.

Pada kompetisi *ISGCC* kedua, tahun 2014, Garuda UNY Team kembali meraih prestasi yang membanggakan yaitu juara 1 akselerasi kategori hybrid, juara 1 endurance kategori *hybrid*, dan juara 1 manuever kategori *electric*. Dengan prestasi-prestasi yang semakin baik, Garuda UNY Team semakin semangat untuk mengembangkan kendaraannya dalam mengikuti lomba tersebut. Tahun 2015 Garuda UNY Team kembali mengikuti kompetisi *ISGCC* dengan 1 kendaraan yaitu kendaraan *hybrid*.

Prestasi yang telah diperoleh pada tahun sebelumnya membuat Garuda UNY meningkatkan target juara yang lebih tinggi lagi yaitu mendapatkan juara 1 pada setiap kategori lomba. Dengan adanya target yang tersebut, Garuda UNY Team berusaha untuk meningkatkan performa kendaraannya. Performa kendaraan dapat ditingkatkan dengan mengevaluasi kekurangan-kekurangan yang ada pada kendaraan sebelumnya kemudian dilakukan perbaikan. Evaluasi pada kendaraan sebelumnya dapat dilihat dari seluruh sistem yang ada pada kendaraan dan memadukan dengan regulasi yang ada.

Berat total kendaraan pada kendaraan *hybrid* masih cukup berat yaitu 260kg. Berat kendaraan akan mempengaruhi performa kendaraan pada saat lomba baik pada saat lintasan lurus maupun menikung. Semakin ringan kendaraan maka performa kendaraan akan semakin meningkat.

Terdapat masalah pada sistem pengereman yaitu rem depan kendaraan tidak mau mengunci pada saat dilakukan pengereman dari kecepatan tinggi. Kendaraan akan membanting ke salah satu arah pada saat rem diinjak dari kecepatan tinggi. Rem sangat berpengaruh terhadap performa kendaraan terutama pada saat manuever.

Masalah lain yang juga dapat mempengaruhi performa kendaraan yaitu kemudi berat sehingga membuat driver membutuhkan tenaga yang banyak untuk membelokkan kendaraan. Masalah tersebut dapat mempengaruhi performa kendaraan terutama pada saat manuever karena driver sulit untuk mengendalikan kendaraan.

Hal lain yang sangat penting untuk diperhatikan dalam mengikuti lomba yaitu regulasi lomba. Regulasi lomba untuk kendaraan *hybrid* salah satunya yaitu aturan pada pembatasan kapasitas mesin yaitu 120cc. Mesin yang digunakan pada kendaraan *hybrid* yaitu mesin *automatic* berpenggerak *V-belt* Honda vario PGM Fi 125cc (standart). Uji coba mesin awal dilakukan pada alat uji *dyno test* untuk mengetahui daya dan torsi yang dihasilkan pada mesin standart, daya yang dihasilkan oleh mesin standart yaitu 9,8 Hp pada 10376 Rpm, sedangkan torsi maksimal yaitu 12.54 N.m pada 3574 Rpm. Dengan adanya regulasi pada pembatasan kapasitas mesin, maka mesin yang digunakan di turunkan

kapasitasnya (*Bore-down*) menjadi 120cc. Uji coba pada mesin 120cc (*bore-down*) menghasilkan daya maksimal yaitu 7,0 Hp pada 5777 Rpm dan torsi maksimal 9,69 N.m pada 3222 Rpm. Berdasarkan hasil uji coba tersebut dapat diketahui bahwa performa mesin menurun, maka perlu dilakukan perubahan-perubahan pada komponen mesin yang tidak melanggar regulasi tetapi mampu menaikkan performa mesin.

Performa mesin yang baik dapat dilihat dari torsi dan daya yang dihasilkan mesin. Menurut T. Polonec, I. Janosko (2014:83), untuk meningkatkan torsi dan daya mesin dapat dilakukan dengan cara:

There are several ways to increase power of combustion engine:

- *increase of engine displacement,*
- *increase of turbocharger's boost pressure and airflow,*
- *decrease of intake air temperature*
- *reduction of mechanical and airflow losses,*
- *optimization of intake and exhaust manifolds,*
- *optimization of combustion processes by sophisticated motor-management.*

Untuk meningkatkan torsi dan daya mesin perlu dilakukan modifikasi baik pada mekanisme mesin, sistem pemasukkan udara maupun bahan bakar, dan juga sistem pembakaran. Semuanya harus dimodifikasi secara tersinergi agar didapatkan hasil yang maksimal. Agar didapatkan hasil pembakaran yang optimal maka dibutuhkan *engine management system* (ECU) yang canggih.

Menurut Weil, Selamat, dan Alimin (2010) dikutip dari jurnal yang ditulis oleh Aziz (2016:C-19), ECU merupakan piranti elektronik yang berfungsi untuk mengatur frekuensi dan lebar pulsa pada *fuel injector* dan waktu pengapian serta mengatur banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan. Sehingga disamping

melakukan modifikasi mekanisme mesin, penyetelan ECU menjadi hal yang sangat penting dilakukan agar performa mesin meningkat optimal.

Dalam regulasi perlombaan mengharuskan kapasitas mesin yang digunakan di bawah 120 cc, sedangkan mesin yang digunakan Garuda UNY Team yaitu Honda Vario 125 cc. Harus dilakukan *boredown* agar kapasitas mesin di bawah 120 cc. Dengan dilakukan *boredown* maka torsi dan daya mesin yang dihasilkan mesin turun atau lebih rendah dari standar.

Untuk meningkatkan performa mesin pada kendaraan maka perlu dilakukan lagi modifikasi pada mekanisme mesin. Namun modifikasi mekanisme mesin saja tidak akan mampu menaikkan torsi dan daya mesin. Diperlukan penyetelan baik pada sistem bahan bakar maupun sistem pembakaran. Sehingga diperlukan *stand alone engine management system* atau sering juga disebut dengan ECU *programmable*, dimana ECU ini dapat digunakan untuk memprogram *ignition timing*, *injection timing*, *injection volume* dan pengaturan RPM *limit*, sehingga dengan adanya variasi pemrograman tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan daya dan torsi pada *engine* tersebut. Untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan maka perlu dilakukan perubahan durasi injeksiantiming pengapian pada mesin menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion pada Mobil *Hybrid* H15.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan diatas dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut.

1. Berat total kendaraan pada kendaraan *hybrid* masih cukup berat yaitu 260kg. Berat kendaraan akan mempengaruhi performa kendaraan pada saat lomba baik pada saat lintasan lurus maupun menikung.
2. Terdapat masalah pada sistem pengereman yaitu rem depan kendaraan tidak mau mengunci pada saat dilakukan pengereman dari kecepatan tinggi. Kendaraan akan membanting ke salah satu arah pada saat rem diinjak dari kecepatan tinggi.
3. Kemudi berat sehingga membuat *driver* membutuhkan tenaga yang banyak untuk membelokkan kendaraan.
4. Terdapat aturan yang membatasi kapasitas mesin menjadi 120cc sehingga mengharuskan mesin untuk diturunkan kapasitasnya (*Bore-down*).
5. Setelah dilakukan uji coba pada mesin 120cc (*bore-down*) menghasilkan performa mesin yang menurun.
6. *ECU standart* Honda Honda Vario 125 tidak dapat di program dan belum adanya *ECU programmable* yang diperuntukan Honda Vario 125, sehingga tidak dapat dilakukan pengaturan durasi injeksi dan *timing* pengapian.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, dalam kompetisi *Mobil Hybrid ISGCC (International Student Green Car Competition)* tahun 2015 diharapkan

performa kendaraan dapat meningkat karena perolehan juara yang ditargetkan juga meningkat yaitu best of the best. Peningkatan performa kendaraan dapat dilihat dari performa mesin itu sendiri. Semakin besar daya dan torsi yang dihasilkan mesin maka kendaraan dapat melaju lebih cepat. Akan tetapi pada kompetisi ini, terdapat regulasi yang mewajibkan volume silinder mesin harus di bawah 120 cc. Namun mesin yang digunakan Garuda UNY yaitu Honda Vario 125 cc sehingga perlu dilakukan *bore down* pada mesin. Hasilnya daya dan torsi yang dihasilkan menjadi turun dibanding sebelumnya. Modifikasi mekanisme mesin saja tidak akan mampu menaikkan torsi dan daya mesin. Diperlukan penyetelan baik pada sistem bahan bakar maupun sistem pembakaran. Untuk memperbaiki dan meningkatkan daya dan torsi mesin maka perlu penggantian ECU *programmable* sehingga dapat mengatur perubahan durasi injeksi dan *timing* pengapian . Agar penelitian ini lebih terarah maka penelitian ini dibatasi pada pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian menggunakan ECU *programmable* pada mesin H15 terhadap performa mesin.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perubahan durasi injeksi dan *timing* pengapian menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion terhadap torsi mesin?
2. Bagaimana pengaruh perubahan durasi injeksi dan *timing* pengapian menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion terhadap daya mesin?

E. Tujuan

Tujuan dari perubahan durasi injeksi dan *timing* pengapian menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion pada *Mobil Hybrid* ini, adalah:

1. Untuk mengetahui peningkatan torsi mesin dengan perubahan durasi injeksi dan *timing* pengapian menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion.
2. Untuk mengetahui peningkatan daya mesin dengan perubahan durasi injeksi dan *timing* pengapian menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion.

F. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi peneliti:
 - a. Menambah dan memperluas ilmu pengetahuan pada studi perkuliahan
 - b. Sebagai sarana berpikir ilmiah untuk dapat memahami secara kritis tentang bagaimana cara untuk meningkatkan performa mesin khusus pada mesin dengan keperluan lomba.
2. Bagi lembaga:
 - a. Dapat digunakan pada mobil *hybrid* H15 GARUDA UNY Team yang berkompetisi antar universitas tingkat internasional pada 2015 ISGCC.
 - b. Sebagai sarana riset dan pengembangan pada mobil H15.

3. Bagi pengembangan ilmu secara umum

Penelitian ini bertujuan untuk memperkaya ilmu pengetahuan dan memperkuat teori yang sudah ada serta membantu pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang otomotif.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Sistem Bahan Bakar Injeksi

Sistem bahan bakar injeksi atau Electronic Fuel Injection merupakan langkah inovasi yang dikembangkan untuk diterapkan pada kendaraan bermotor saat ini. Sistem bahan bakar EFI dimaksudkan agar dapat meningkatkan kinerja mesin supaya power yang dihasilkan lebih baik, akselerasi yang lebih responsif stabil pada setiap putaran, pemakaian bahan bakar yang lebih efisien dan menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah sehingga lebih ramah lingkungan.

Sistem bahan bakar injeksi atau EFI (*Electronic Fuel Injection*) dapat digambarkan sebagai suatu sistem penyalur bahan bakar yang memanfaatkan pompa bahan bakar pada tekanan tertentu untuk merubah bentuk bahan bakar cair menjadi bentuk gas dan mencampurnya dengan udara yang kemudian masuk ke dalam ruang bakar melalui injektor yang pada umumnya diletakkan di bagian ujung *intake manifold*. Pada saat katup masuk terbuka yaitu pada langkah hisap, sehingga udara yang masuk dapat bercampur dengan bahan bakar. (Wahyu, 2013:5)

Secara ideal, sistem bahan bakar injeksi (EFI) harus dapat menyuplai bahan bakar yang disemprotkan dari injektor agar dapat dengan mudah bercampur dengan udara dan menghasilkan campuran yang homogen dalam perbandingan campuran yang tepat sesuai dengan putaran dan beban mesin, kebutuhan mesin,

dan kondisi antara suhu mesin dengan suhu atmosfer saat itu. Sistem juga harus dapat menyuplai bahan bakar yang bervariasi, dengan jumlah yang sesuai dalam berbagai kondisi mesin, agar setiap perubahan kondisi kerja mesin tersebut dapat tercapai dengan kinerja mesin yang optimal (Sutiman, 2005:14).

Perbandingan udara dan bahan bakar atau AFR (*Air Fuel Ratio*) yang ideal disebut juga dengan perbandingan *stoichiometric* yang mana perbandingannya adalah 14,7 gr udara dengan 1 gr bahan bakar. Apabila perbandingan bahan bakar atau AFR lebih dari 14,7 gr maka campuran tersebut adalah campuran kurus/miskin dan apabila perbandingan bahan bakar atau AFR kurang dari 14,7 gr, maka disebut dengan campuran gemuk/kaya (Sutiman, 2005: 15).

Tabel 1. Perbandingan AFR dengan Kondisi Mesin (Sutiman, 2005:15)

No	Kondisi Kerja Mesin	AFR	No	Kondisi Kerja Mesin	AFR
1	Start Temperatur Dingin	2-3 : 1	6	Putaran Maks.	12-13 : 1
2	Start Temperatur Panas	7-8 : 1	7	Putaran Sedang	15-17 : 1
3	Saat Idling	8-10 : 1	8	Tenaga Optimal	12-13 : 1
4	Kecepatan Rendah	10-12 : 1	9	Emisi Rendah	15: 1
5	Akselerasi	2-3 : 1	10	Bahan Bakar Ekonomis	16-17 : 1

Perbandingan udara dan bahan bakar tersebut bergantung dari temperatur dan kondisi kerja mesin. Perbandingan campuran saat menghidupkan mesin berbeda dengan perbandingan campuran saat putaran idling, saat putaran lambat, maupun saat putaran dipercepat.

Perbandingan antara udara yang terpakai didalam proses pembakaran dengan kebutuhan udara teoritis disebut dengan faktor lambda (λ), adapun perhitungan lambda (λ) menurut Sutiman (2005:16) yang dapat dirumuskan :

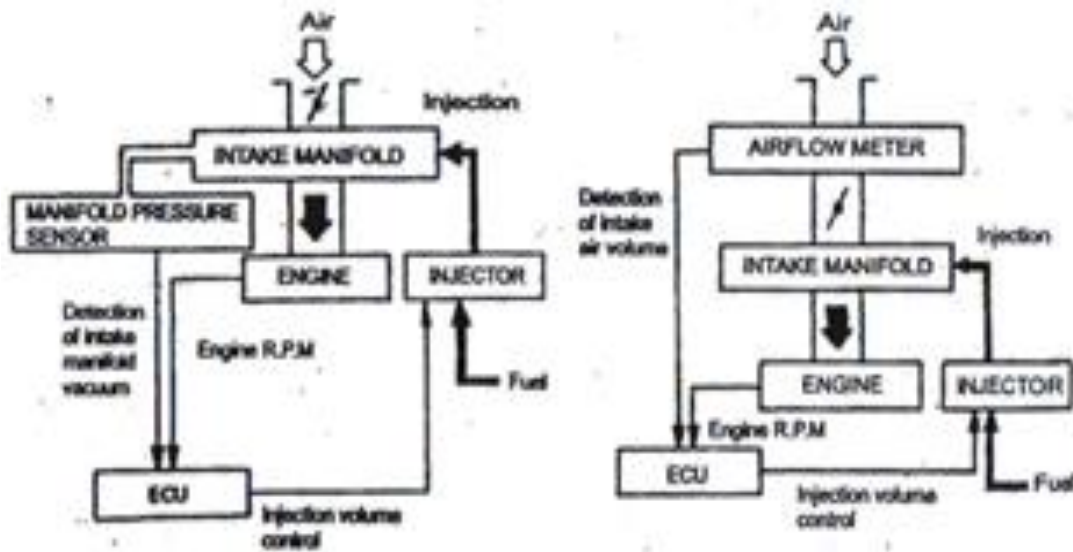
$$\lambda = \frac{\text{Jumlah udara sesungguhnya}}{\text{teori stoichiometric}}$$

Jika jumlah udara sesungguhnya 14,7 , maka : $\lambda = \frac{14,7}{14,7:1} \rightarrow \lambda = 1$

Rumus diatas menunjukkan bahwa campuran yang ideal atau *stoichiometric* menghasilkan lambda (λ) = 1, berarti apabila lambda (λ) > 1 menunjukkan bahwa campuran kurus (lebih banyak udara), sedangkan apabila lambda (λ) < 1 maka disebut campuran kaya (kekurangan udara). Pemahaman mengenai nilai lambda (λ) ini memudahkan dalam menyatakan kondisi campuran yang masuk ke dalam ruang bakar, serta menganalisis kondisi mesin dengan cepat.

2. Konstruksi Dasar Sistem EFI

Secara umum sistem injeksi kontrol elektronik dikelompokkan menjadi dua, yaitu : *L jetronik* dan *D jetronik*. Pada sistem bahan bakar injeksi kontrol elektronik tipe L Jetronik menggunakan ECU (*Electronic Control Unit*) sebagai pengontrol injeksi bahan bakar berdasarkan jumlah aliran udara yang masuk ke dalam silinder yang terukur atau terdeteksi oleh sensor *Air Flow Meter*. Kode L berasal dari bahasa jerman “*Luft*” yang berarti udara. Sedangkan pengontrol injeksi bahan bakar berdasarkan tekanan udara yang masuk kedalam silinder yang terdeteksi oleh sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*). Kode D berasal dari bahasa jerman “*Druck*” yang berarti tekanan (Solikin, 2005:5)



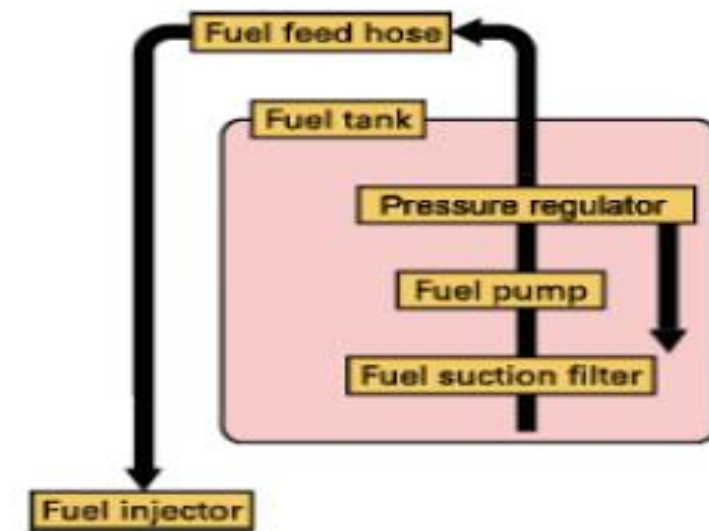
Gambar 1. EFI D-jetronik dan L-jetronik (Solikin, 2005:5)

Jumlah komponen-komponen sistem yang terdapat pada sistem EFI dapat berbeda antara mesin satu dengan yang lain dengan semakin lengkapnya komponen-komponen sistem EFI seperti sensor dan *actuator*, maka pengaturan koreksi yang diperlukan untuk mengatur koreksi campuran bahan bakar dan udara akan semakin baik sehingga bisa menghasilkan output kerja mesin yang optimal.

Konstruksi sistem EFI dapat dibagi menjadi tiga bagian/sistem utama yaitu: sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem kontrol elektronik (*electronic control system*) dan sistem induksi pemasukan udara (*air induction system*). Ketiga sistem utama ini sangat berperan penting dalam sistem EFI untuk menghasilkan penting untuk menghasilkan pemakaian bahan bakar yang efisien, emisi yang rendah dan kerja mesin yang optimal. Untuk lebih jelasnya ketiga sistem utama ini akan dibahas satu persatu, yakni:

a. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar pada EFI (*Electronic Fuel Injection*) merupakan sistem yang berfungsi untuk menampung bahan bakar, menyuplai bahan bakar pada tekanan tinggi, mengatur tekanan bahan bakar, sehingga siap diinjeksikan.



Gambar 2. Aliran Sistem Bahan Bakar Pada EFI (Anonim, 2011:32)

Komponen-komponen yang digunakan pada sistem bahan bakar ini diantaranya adalah tangki bahan bakar (*fuel tank*), pompa bahan bakar (*fuel pump*), saringan bahan bakar (*fuel suction filter*), pipa bahan bakar (*fuel feed hose*), regulator tekanan (*pressure regulator*), dan injektor/penyemprot bahan bakar.

Adapun fungsi dari masing-masing komponen dalam sistem bahan bakar tersebut adalah sebagai berikut :

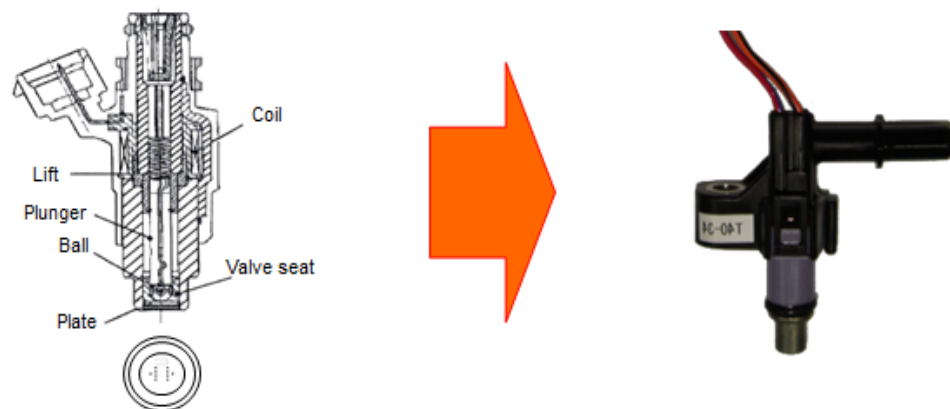
- a) Tangki bahan bakar (*fuel tank*) berfungsi sebagai tempat penampungan sementara bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin.

- b) Pompa bahan bakar (*fuel pump*) berfungsi untuk memompa dan mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke injektor bertekanan tinggi. Jumlah bahan bakar yang disalurkan ke injektor harus lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan mesin, hal ini bertujuan agar tekanan dalam sistem bahan bakar dapat selalu dipertahankan meskipun kondisi mesin berubah-ubah.
- c) Saringan bahan bakar (*fuel suction filter*) berfungsi untuk menyaring kotoran yang mungkin terkandung dalam bahan bakar agar tidak ikut terhisap oleh pompa bahan bakar (*fuel pump*) dan menyumbat injektor.
- d) Regulator tekanan (*pressure regulator*) berfungsi mengatur tekanan bahan bakar di dalam sistem aliran bahan bakar agar selalu sama/konstan pada tekanan tertentu, bila tekanan pada bahan bakar yang dipompa melebihi batas tekanan, maka regulator tekanan akan mengembalikan bahan bakar tersebut ke dalam tangki bahan bakar.



Gambar 3. Pompa Bahan Bakar Assy Sepeda Motor.(Anonim, 2011:33)

- e) Pipa bahan bakar (*fuel feed hose*) berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar yang telah dipompa oleh pompa bahan bakar (*fuel pump*) dari tangki bahan bakar menuju ke injektor. *Fuel feed hose* dirancang harus tahan terhadap tekanan dari bahan bakar yang memiliki tekanan cukup besar akibat dipompa oleh pompa bahan bakar (*fuel pump*).
- f) Injektor berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar dan menyembrotkan bahan bakar tersebut ke saluran masuk (*intake manifold*), pada umumnya sebelum katup masuk. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan tergantung dari tekanan bahan bakar, besarnya lubang pada injektor, dan lamanya injektor tersebut membuka. Setiap injektor yang digunakan pada mesin injeksi sepeda motor memiliki konstruksi yang tidak selalu sama.



Gambar 4. Konstruksi Injektor(Anonim, 2011:35)

b. Sistem Kontrol Elektronik

Sistem kontrol elektronik terdiri dari sensor dan aktuator yang berfungsi untuk menyajikan dan memberikan daya mesin yang optimal melalui sistem kerja yang akurat mengontrol jumlah penginjeksian bahan

bakar dan timing pengapian di sesuaikan dengan kondisi mesin untuk menghasilkan emisi gas buang yang seminimal mungkin, penggunaan bahan bakar yang efisien untuk menghasilkan pengendaraan yang optimal pada semua kondisi kerja mesin, meminimalkan penguapan bahan bakar serta menyediakan sistem diagnosis untuk mengevaluasi sistem kerja dan kondisi perangkat pendukungnya bila terjadi permasalahan-permasalahan yang tidak dikehendaki pada sistem ini.

Sistem kontrol elektronik terdiri dari beberapa komponen yang bekerja untuk mendeteksi kondisi mesin, diantaranya adalah IAT (*Intake Air Temperature*) sensor, sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*), TPS (*Throttle Positionsensor*), EOT (*Engine Oil Temperature*), CKP (*Crankshaft Position*), *bank anglesensor*, O₂ (*Oxygensensor*) dan sensor-sensor lainnya. Setiap sepeda motor dengan teknologi injeksi tidak semuanya memiliki kelengkapan jumlah dan macam sensor yang sama, tergantung pada jenis dan spesifikasi dari sepeda motor tersebut.

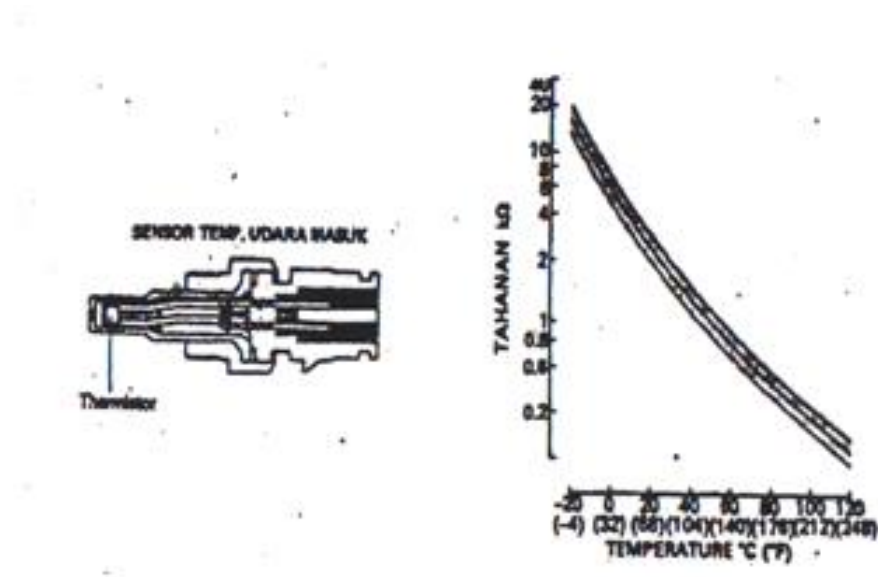
Pada sistem kontrol elektronik terdapat ECU (*Electronic Control Unit*) yang merupakan pusat dari sistem bahan bakar injeksi, serta komponen-komponen tambahan lainnya seperti baterai, lampu indikator kerusakan sistem injeksi atau MIL (*Malfunction Indicator Lamp*), alternator (magnet), dan regulator/*rectifier* yang menyuplai dan mengatur aliran arus listrik ke ECU, serta komponen pelengkap lain. Pada sistem kontrol elektronik ini juga terdapat DLC (*Data Link Conector*) yaitu

semacam socket yang fungsinya untuk mencari sumber kerusakan komponen saat dihubungkan dengan *engine analyzer* (Sutiman, 2005:24).

Secara garis besar fungsi dari masing-masing komponen dalam sistem kontrol elektronik tersebut antara lain adalah :

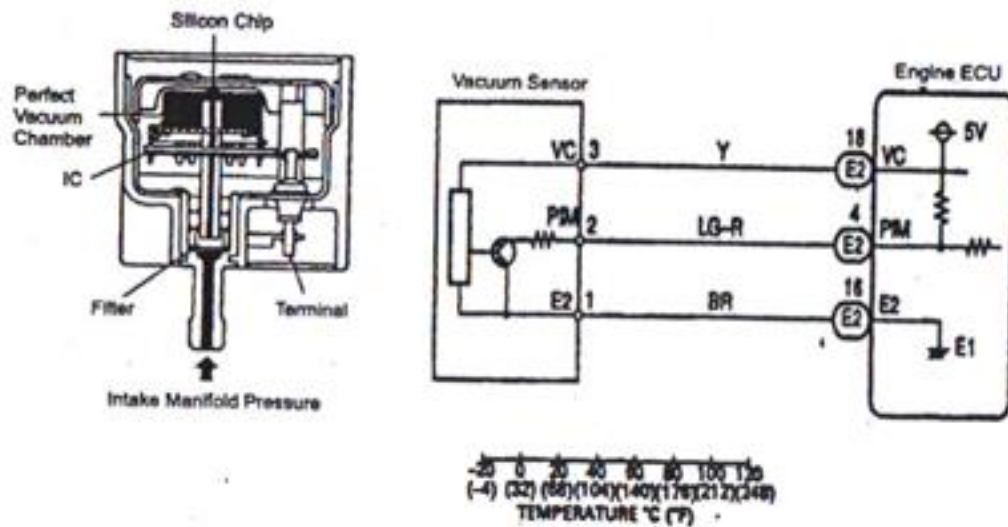
- a) *Electronic Control Unit*(ECU) adalah *microcomputer* yang berfungsi mengkoreksi, menghitung dan menerima seluruh informasi/data atau sinyal yang diterima dari masing-masing sensor yang ada dalam mesin. Informasi yang diterima tersebut antara lain berupa informasi mengenai temperatur udara, temperatur pelumas mesin, temperatur cairan pendingin mesin, tekanan atau jumlah udara yang masuk, posisi bukaan *throttle* gas, putaran mesin, posisi poros engkol, dan informasi lainnya. Kemudian ECU akan mengolah menggunakan informasi/data-data tersebut untuk mengkoreksi dan menentukan saat pengapian (*timing*) serta lamanya injektor menyemprotkan bahan bakar dengan mengirimkan arus listrik ke solenoid injektor. Pada beberapa sistem injeksi yang lebih baik, selain mengontrol penginjeksian, ECU juga berfungsi mengontrol sistem pengapian (Sutiman, 2005:25).
- b) *Intake Air Temperatur* (IAT) adalah sensor yang dipasang pada *throttle body*, berfungsi untuk mendeteksi temperatur udara yang masuk ke dalam silinder mesin. *Intake air temperaturesensor* adalah sebuah *thermistor*, yaitu resistor yang nilai tahanannya dapat berubah-ubah sesuai temperatur. Jenis *thermistor* yang digunakan adalah

Negative Temperature Coefficient (NTC) dimana cara kerjanya adalah semakin tinggi temperatur semakin rendah nilai resistornya (Solikin, 2005:43).



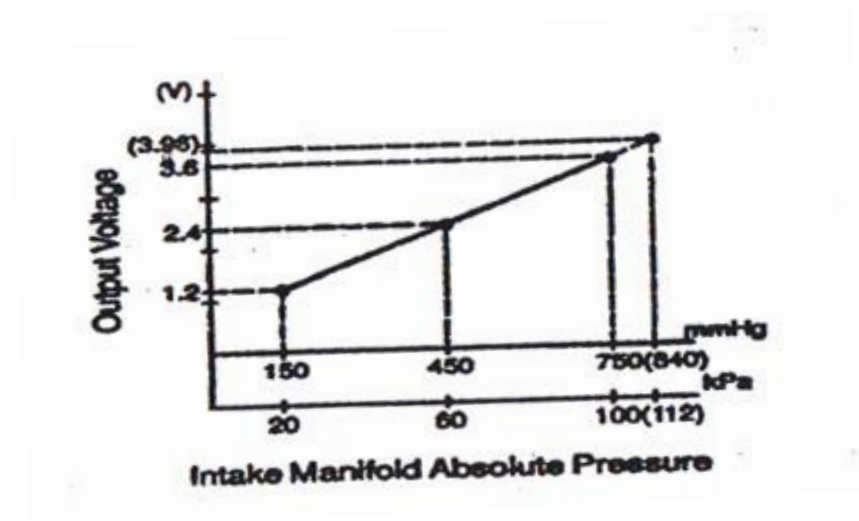
Gambar 5. Konstruksi dan Nilai Tahanan *Intake Air Temperature* Sensor (Solikin, 2005:43)

- c) *Manifold Absolute Pressure* Sensor (MAP) sensor yang berfungsi mengukur jumlah udara yang masuk ke dalam silinder mesin berdasarkan tekanan udara pada *intake manifold*. MAP sensor juga disebut *vacuumsensor* atau *Pressure Intake Manifold* (PIM) sensor, MAP sensor adalah *piezoresistive silicon chip* yang mana nilai tahanannya dapat berubah-ubah karena perubahan tekanan dan sebuah *Integrated Circuit* (IC). MAP dihubungkan ke *intake manifold* dengan menggunakan lubang kecil dibawah *throttle body*. (Solikin, 2005:40).



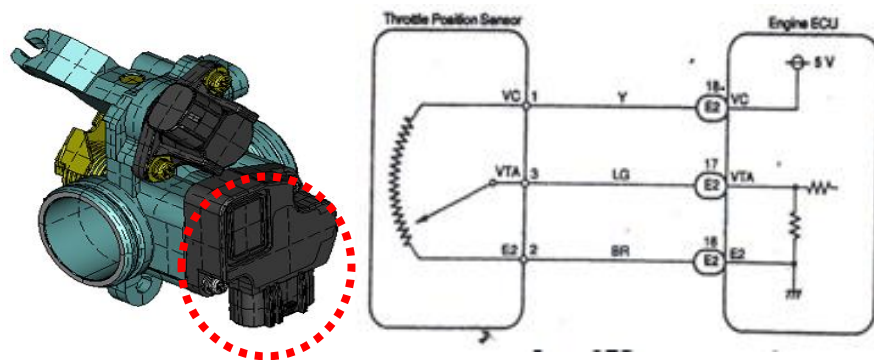
Gambar 6. MAP Sensor dan Rangkaianannya(Solikin, 2005:40)

Semakin besar kevakuman (semakin rendah tekanan) pada *intake manifold* maka nilai tahanan pada MAP Sensor lebih tinggi, sehingga tegangan pada terminal MAP Sensor semakin kecil. Hubungan terminal MAP Sensor dengan tekanan pada *intake manifold* adalah sebagai berikut:



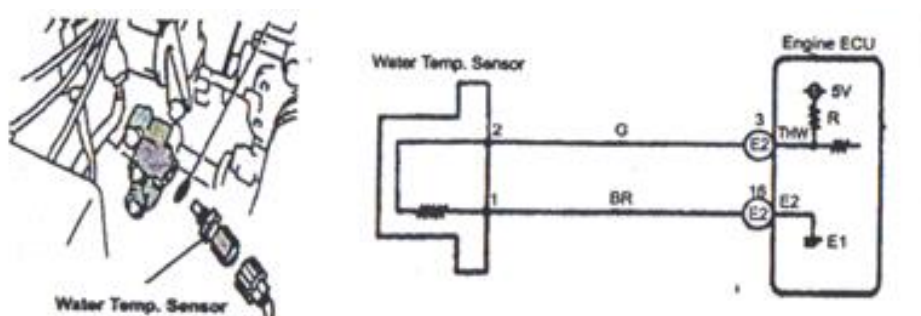
Gambar 7. Hubungan Output Voltage MAP Sensor dengan tekanan pada *Intake Manifold* (Solikin, 2005:41)

- d) *Throttle Position sensor* (TPS) merupakan sensor yang dipasang pada *throttle body* yang berfungsi untuk mendeteksi posisi bukaan katup gas (*throttle valve*). TPS sensor adalah sebuah potensiometer (*variable resistor*) yang mana nilai tahanannya berubah-ubah sebanding dengan perubahan bukaan *throttle* (Nono Budiarto, 2007:34).



Gambar 8. *Throttle Position sensor* dan Rangkaiannya (Anonim, 2013:21)

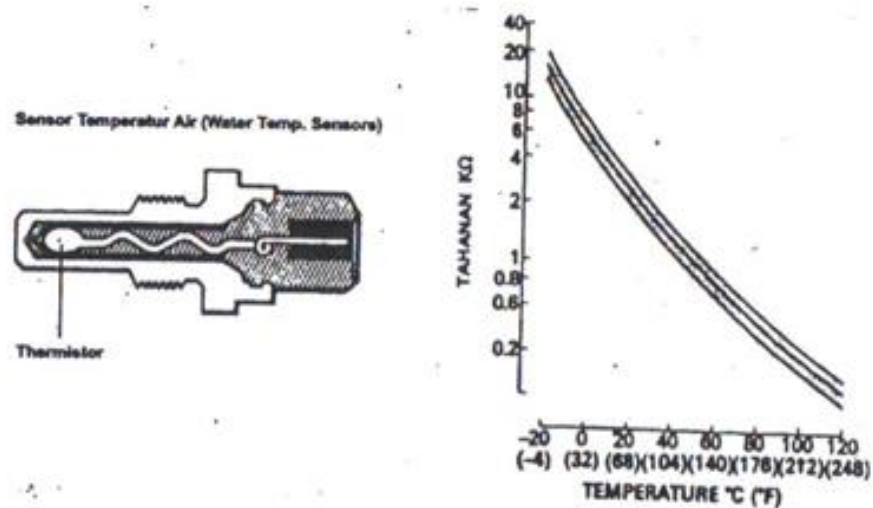
- e) *Water Temperatur sensor* merupakan sensor yang bekerja mendeteksi temperatur dari cairan pendingin mesin kemudian mengirim data tersebut ke ECU, umumnya WTS digunakan pada mesin injeksi dengan tipe pendingin menggunakan cairan.



Gambar 9. *Water Temperatur Sensor* dan Rangkaiannya

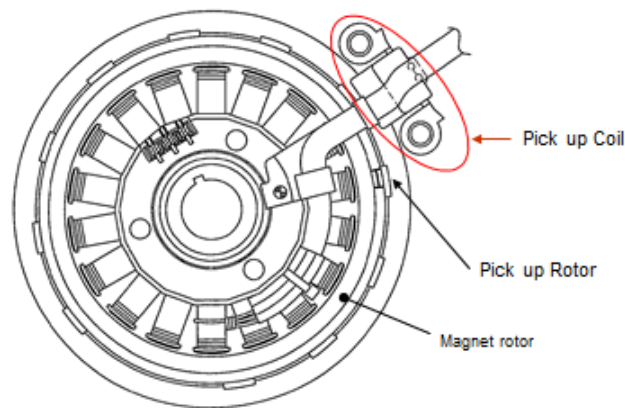
(Solikin, 2005:45)

Sama halnya dengan IATS, WTS merupakan *thermistor* yang nilai tahanannya berubah sesuai temperatur, jenis *thermistor* yang digunakan adalah *Negative Temperature Coefficient* (NTC) yaitu semakin tinggi temperatur semakin rendah nilai resistor. Konstruksi WTS dan hubungan temperatur dengan nilai tahanan resistor (Solikin, 2005:45).



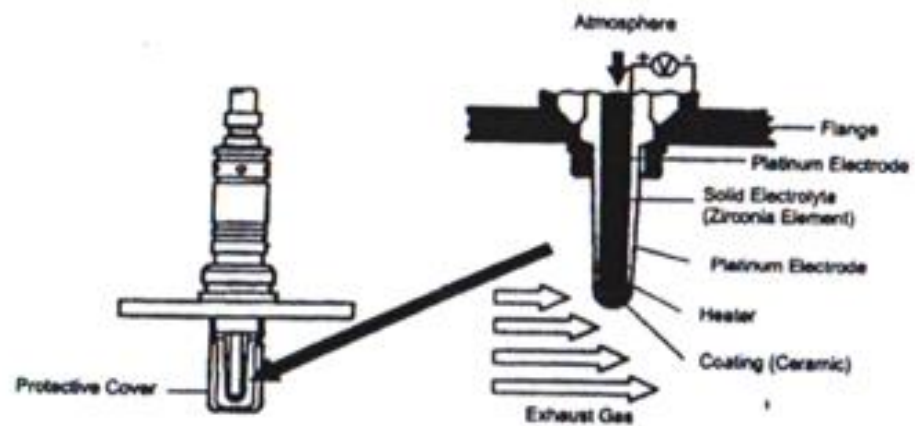
Gambar 10. Konstruksi WTS dan Hubungan Temperatur Dengan Nilai Tahanan (Solikin, 2005:45)

- f) *Crankshaft Position sensor*(CKP) merupakan sensor yang berfungsi mendeteksi posisi poros engkol, CKP akan selalu mengirimkan informasi/sinyal ke ECU, kemudian ECU akan mengolah data tersebut dan menentukan kapan waktu pengapian dan kapan waktu penginjeksian bahan bakar.



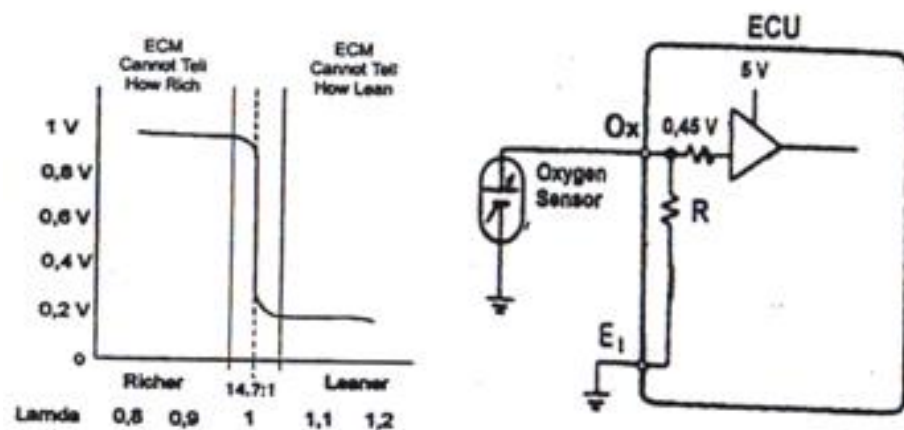
Gambar 11. CKP (*Crankshaft Position sensor*). (Yamaha Motor Indonesia, 2007:54)

- g) *Bank Angle* sensor adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kemiringan sepeda motor. ECU (*Electronic Control Unit*) akan mematikan signal ke injektor, koil pengapian dan juga pompa bahan bakar apa bila kendaraan dalam posisi kemiringan lebih dari $55^0 \pm 5^0$, sehingga mesin motor otomatis akan mati. Dengan adanya *bank angle* sensor memungkinkan mesin kendaraan segera mati bila pengendara terjatuh. Tetapi pada saat sepeda motor berbelok hingga sudut kemiringannya melebihi $55^0 \pm 5^0$, mesin akan tetap hidup karena efek gaya sentrifugal saat kendaraan melaju membuat *bank angle* sensor tidak bekerja.
- h) *Oxygen sensor* merupakan sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi kadar oksigen yang terkandung pada gas buang dari mesin, kemudian sensor ini akan mengkoreksi dan memberi informasi pada ECU untuk kemudian ECU mengolah informasi tersebut untuk selalu membuat campuran bakar dan udara selalu ideal dalam setiap proses pembakaran. Tidak semua sepeda motor injeksi juga menggunakan *oxygen sensor* (Solikin, 2005:47).



Gambar 12. Konstruksi *Oxygen Sensor*(Solikin, 2005:47)

Berdasarkan input dari *Oxygen Sensor*, ECU menambah atau mengurangi volume injeksi bahan bakar sehingga dapat diperoleh campuran bahan bakar *stocihimetric*.



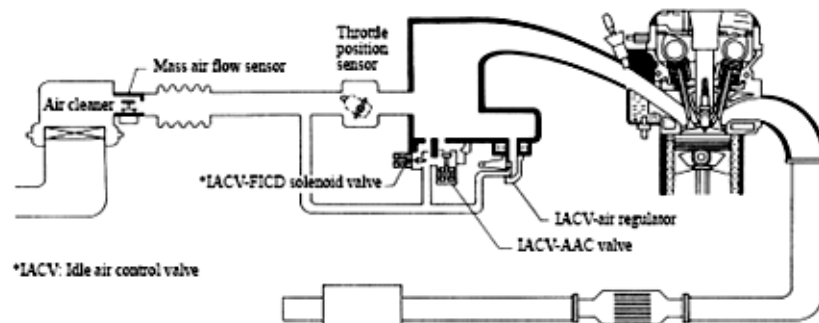
Gambar 13. Rangkaian dan Cara Kerja *Oxygen Sensor*. (Solikin, 2005:47)

- i) *Malfungtion Indicator Lamp*(MIL) merupakan lampu indikator yang berada di *speedometer* yang berfungsi sebagai penanda pada pengendara tentang adanya kerusakan pada sistem injeksi. apabila dalam sistem injeksi

terdapat salah satu sensor yang tidak berfungsi/rusak, maka MIL ini akan memberikan kode berupa kedipan sesuai dengan kode dari masing-masing sensor. Tetapi tidak semua komponen yang apabila rusak dapat terdeteksi oleh MIL, misalnya kerusakan pada pompa bahan bakar yang tekanannya melemah, kerusakan semacam ini tidak terdeteksi oleh MIL

c. Sistem Induksi Udara

Komponen yang termasuk ke dalam sistem induksi udara antara lain ; *air cleaner*, *intake manifold* dan *throttle body* (tempat katup gas) sistem ini berfungsi untuk menyalurkan sejumlah udara yang diperlukan untuk proses pembakaran. Pada awalnya, fungsi piranti elektronik yang ada pada sistem induksi udara adalah hanya untuk mengetahui jumlah atau volume udara yang masuk ke *intake manifold* dan mengetahui temperatur udara agar ECU dapat menghitung massa udara yang masuk ke dalam ruang bakar. perkembangannya ini pengontrolan telah dapat dilakukan khususnya pada putaran rendah untuk mengontrol putaran *idle* dan putaran tinggi melalui program yang terintegrasi yang tersedia di dalam ECU guna meningkatkan *effisiensi volumetric* (Sutiman, 2005:33).



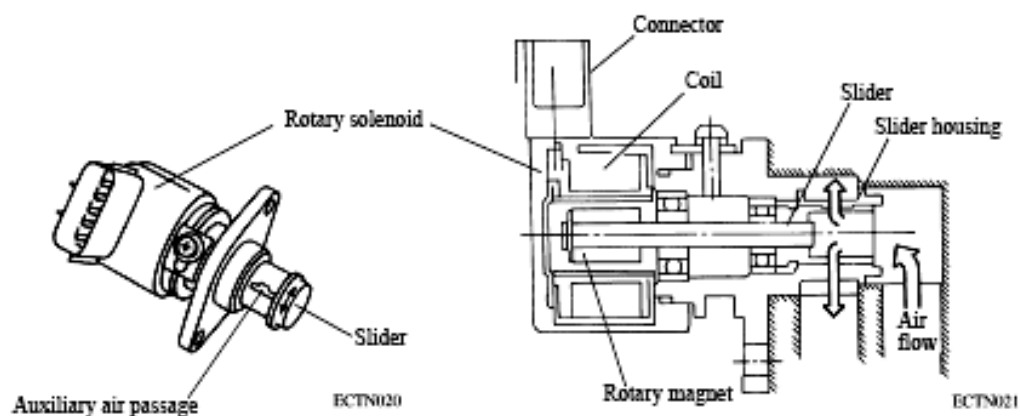
Gambar 14. Skema Sistem Induksi udara(Sutiman, 2005:33)

Sistem aliran udara di mulai dari filter udara untuk menyaring udara dari kotoran , *air metering* (berupa sensor temperatur dan *air flow meter*) menuju *throttle body*, *intake manifold* dan ke ruang bakar. Dalam sistem induksi udara ini, control unit membutuhkan data temperatur udara, volume dan densitas udara yang masuk ke ruang bakar. Data-data tersebut di perlukan untuk mengkalkulasi terpenuhinya campuran udara *stochiometric* oleh ECU. Pada putaran *idle*, teknologi system control mampu mengontrol putaran *idle* melalui *actuator* yang dikontrol oleh ECU sehingga diperoleh putaran *idle* yang tepat guna memenuhi kebutuhan *engine*.

Pengontrolan pada piranti *idle* Untuk melengkapi kerja ECU pada saat *idle*, dibutuhkan data-data dari berbagai sensor seperti *Camshaft Position Sensor*, *Throttle Position Sensor*, *Water Temperatur Sensor*, *Air Conditionerswitch*, tegangan baterai, *Vehicle speed sensor* dan lain-lain. Tujuan yang diharapkan dari kontrol *engine* pada sistem induksi udara ini pada saat *engine* bekerja pada putaran *idle* adalah :

- a) Untuk menyeimbangkan torsi yang di hasilkan dengan perubahan beban *engine* , sehingga mesin tetap dapat berputar secara stabil meskipun ada beban-beban listrik.
- b) Untuk menyajikan putaran rendah yang halus dengan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar rendah mengingat pemakaian kendaraan bermotor di dalam kota digunakan pada putaran *idle*.

Dikarenakan katup *throttle* yang besar mengakibatkan pembukaannya akan sangat sensitif terhadap putaran mesin sehingga kecepatan *idle* akan susah dikontrol, maka jumlah udara yang masuk melalui *intake manifold* di kontrol oleh katup *bypass* atau oleh sebuah *actuator* menggunakan motor listrik yang di kontrol ECU yang bekerja membuka dan menutup saluran dengan nilai yang telah di tetapkan. Dengan menggunakan umpan balik dari rpm *engine*, ECU dapat menyetel jumlah udara yang mengalir untuk menambah atau mengurangi putaran *idle*. Kelemahan pada kontrol udara ini relatif lebih lambat dalam merespon perubahan beban. Untuk mengatasi masalah ini, sistem kontrol udara dikombinasikan dengan kontrol sistem pengapian agar diperoleh putaran *idle* yang sesuai. Kebutuhan bahan bakar pada saat putaran *idle* ditentukan oleh beban dan putaran mesin. Dalam operasi kerja *closed loop* sistem nilai atau jumlah bahan bakar ini dioptimalkan oleh *lambda close loop control*. Berikut adalah contoh piranti pengontrol udara yang digunakan yang bekerja pada putaran *idle* (Sutiman, 2005:36).



Gambar 15. ISC Valve(Sutiman, 2005:36)

3. Cara Kerja Sistem Injeksi

Sistem EFI di rancang agar bisa melakukan penyemprotan bahan bakar yang jumlah dan waktunya di tentukan berdasarkan informasi dari sensor-sensor. Pengaturandan koreksi campuran udara dan bahan bakarsangat penting di lakukan agar mesin bisa dapat bekerja dengan optimal pada berbagai kondisi kerja nya. Oleh karena itu, keberadaan sensor-sensor yang memberikan informasi sangat penting untuk menentukan performa suatu mesin. Semakin lengkap sensor yang di gunakan untuk mendeteksi kondisi mesin dari berbagai kondisi mesin berupa suhu, tekanan, putaran, kandungan gas, getaran mesin dan sebagainya akan lebih baik. Informasi tersebut akan bermanfaat bagi ECU untuk di olah guna memberikan perintah yang tepat kepada injector, sistem pengapian, pompa bahan bakar, dan sebagainya.

Jumlah injeksi bahanbakar dipengaruhi oleh tekanan bahan bakar, besar lubang injektor dan lama lubang injektor terbuka. Dikarenakan tekanan bahan bakar diatur tetap oleh *preasure fuel regulator* dan lubang injektor tetap, dengan demikian untuk menentukan jumlah bahan bakar yang di injeksikan dengan cara menentukan lamanya injektor ON yang biasa disebut dengan durasi injeksi. Semakin lama durasi injeksi maka semakin banyak jumlah bahan bakar yang di injeksikan.

4. Durasi Injeksi

Durasi injeksi di kontrol oleh ECU berdasarkan input dari masukan sensor sensor jumlah udara *air flow meter* / MAP sensor, temperatur udara, putaran mesin, temperatur mesin, posisi pembukaan katup gas (TPS) dan emisi gas buang (*oxygen*

sensor). Durasi injeksi dikelompokkan menjadi 2 yaitu saat stater mesin dan setelah stater sistem kontrol yang bekerja adalah sebagai berikut:

a. Durasi injeksi saat starter

Durasi injeksi saat starter terdiri dari durasi injeksi dasar dan koreksi durasi saat starter, koreksi durasi saat starter meliputi koreksi temperatur udara masuk dan koreksi tegangan baterai

b. Durasi injeksi dasar (*Basic Injection Duration*)

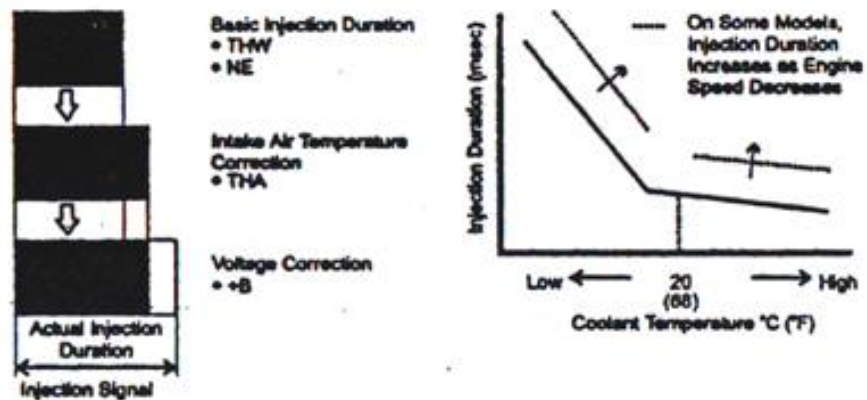
Durasi injeksi dasar ditentukan berdasarkan 2 faktor utama yaitu jumlah udara yang masuk ke dalam silinder dan dari putaran mesin

c. Koreksi temperatur udara masuk (*Intake Air Temperature Corection*)

Koreksi temperatur udara masuk merupakan penambahan lamanya durasi injeksi, pada saat temperatur udara dingin dengan volume udara yang sama maka akan menghasilkan masa yang lebih berat daripada temperatur udara saat panas, oleh karena itu temperatur udara perlu di koreksi agar perbandingan campuran udara dan bahan bakar tepat

d. Koreksi Baterai (*Battery Correction*)

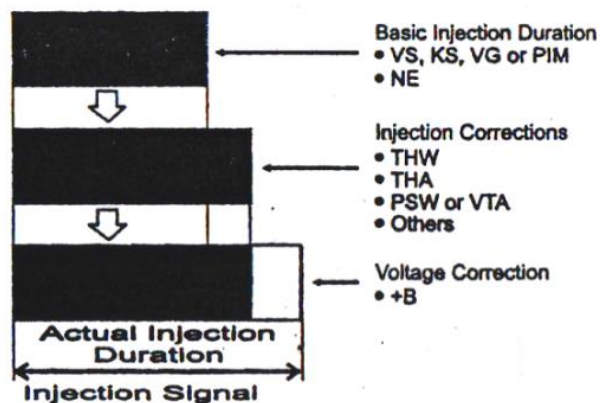
Koreksi baterai merupakan penambahan lama injeksi sebagai koreksi perubahan tegangan baterai. Pada saat stater terjadi penurunan tegangan baterai (*voltage drop*), sehingga injektor tidak segera membuka walaupun sudah menerima signal dari ECU, kondisi tersebut akan menyebabkan terjadinya kesalahan jumlah injeksi bahan bakar, sehingga durasi injeksi dapat di gambarkan seperti berikut :



Gambar 16. Durasi Injeksi Saat Stater. (Solikin, 2005:67)

e. Durasi Injeksi Setelah stater

Durasi injeksi setelah stater terdiri dari durasi injeksi dasar (*basic injection duration control*), koreksi durasi injeksi (*injection correction*), koreksi tegangan baterai (*voltage correction*)Durasi injeksi setelah setater dapat di gambarkan sebagai berikut:

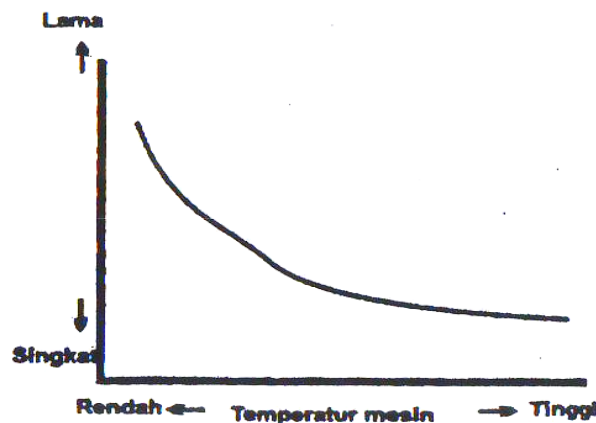


Gambar 17. Durasi Injeksi Setelah Setater (Solikin, 2005:68)

Koreksi durasi injeksi untuk menentukan lamanya injektor membuka akan dipengaruhi oleh beberapa faktor antarlain akan di jelaskan sebagai berikut:

1) Koreksi temperatur udara masuk (*intake air temperature correction*)

Koreksi udara masuk merupakan penambahan durasi lamanya injeksi bahan bakar berdasarkan koreksi temperatur udara masuk menggunakan input data sensor temperature udara (*Air Temperature Sensor*).



Gambar 18. Hubungan Temperatur Mesin Dengan Durasi Injeksi(Solikin, 2005:69)

2) Penabaha setelah start (*After Start Enrichment*)

Penambahan setelah starter merupakan penambahan jumlah injeksi sehingga campuran bahan bakar dan udara akan lebih kaya (*Enrichment*) untuk menjaga mesin tetap stabil setelah mesin hidup, fungsi koreksi ini berdasarkan koreksi temperatur mesin

3) Penambahan durasi untuk pemanasan (*Warm-up enrichment*)

Penambahan jumlah injeksi selama mesin masih dingin, agar perbandingan campuran udara bahan bakar tetap optimal.

4) Koreksi perbandingan udara dan bahan bakar (*Air Fuel Ratio Correction*)

Koreksi perbandingan campuran udara dan bahan bakar dapat di bagi menjadi dua yaitu :

a) Saat percepatan (*accleration mode*)

Saat pedal gas tiba-tiba diinjak maka *thorttle valve* membuka lebar, saat kevakuman pada intake manifold melemah (tekanan naik) karena putaran mesin masih rendah. ECU mendeteksi kondisi tersebut melalui MAP Sensor dan *thorttle position sensor* (TPS) untuk menambah jumlah injeksi atau kompensasi >0 (*Compensation rate* >0) (Solikin, 2005:69).

b) Saat perlambatan (*Deceleration mode*)

Saat pedal gas di lepas maka *thorttle valve* menutup, sehingga kevakuman di dalam *intake manifold* tinggi (tekanan rendah) karena putaran mesin masih tinggi dan bukaan *thorttle* kecil. ECU mendeteksi kondisi tersebut melalui MAP sensor dan *thorttle position sensor* (TPS) untuk mengurangi jumlah injeksi atau kompensasi <0 (*Compensation rate* <0) (Moch.Solikin: 2005).

5) Koreksi tenaga (*Power Enrichment Correction*)

Saat mesin dalam kondisi beban penuh diperlukan adanya penambahan jumlah penginjeksian bahan bakar agar tenaga mesin naik. Indikasi mesin beban penuh adalah dari *pembukaan thorttle valve* membuka penuh namun putaran mesin masih rendah. Penambahan jumlah injeksi berdasarkan kontrol dari ECU dan mengambil *input* data berdasarkan masukan dari MAP sensor,

throttle position sensor (TPS) NE signal dan *Speed sensor* (Moch.Solikin: 2005).

6) Penghentian injeksi (*Fuel Cut Injection*)

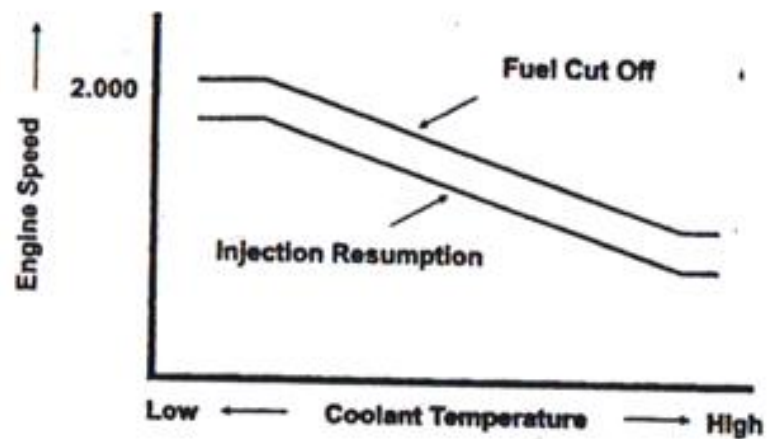
Fuel cut injection terjadi saat putaran mesin berlebih (*overrunning*) dan saat perlambatan (*Deceleration*)

a) Penghentian injeksi pada putaran berlebih (*overrunning*)

Fuel cut injection merupakan penghentian signal dari ECU ke injektor beberapa saat sehingga tidak terjadi injeksi bahan bakar. ECU melakukan *fuel cut* berdasarkan input data dari sensor putaran mesin (NE signal). *Fuel cut injection* pada putaran tinggi terjadi apabila mesin bekerja melebihi batas putaran yang ditentukan, batas maksimal putaran mesin setiap merek dan jenis kendaraan memiliki perbedaan. Tujuan dari *fuel cut injection* adalah melindungi mesin dari kerusakan akibat putaran berlebihan (Solikin, 2005:70).

b) Penghentian injeksi pada saat perlambatan (*Deceleration*)

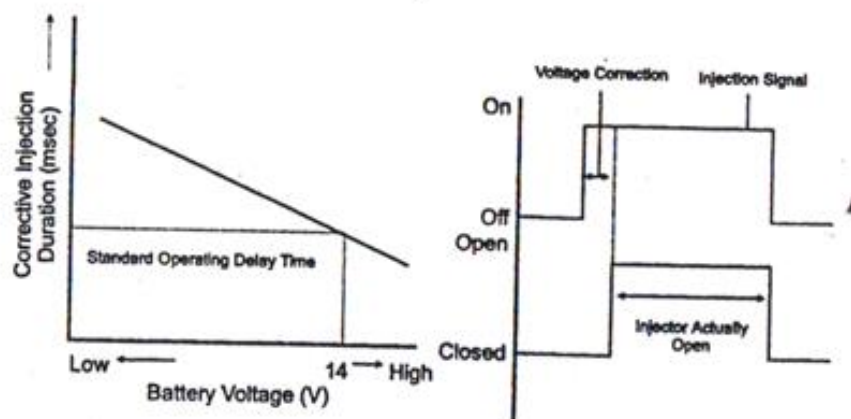
Deceleration fuel cut injection bertujuan untuk menghemat konsumsi bahan bakar dan mencegah *catalyst* bekerja terlalu panas. Kerja dari *deceleration fuel cut injection* berdasarkan input data dari MAP sensor, *throttle position sensor* dan temperatur mesin. Saat mesin dalam kondisi dingin penghentian injeksi terjadi pada putaran yang lebih tinggi (Moch.Solikin: 2005).



Gambar 19. Pengaruh Temperature, Kecepatan Mesin Terhadap Fungsi *Fuel Cut* (Solikin, 2005:71)

7) Koreksi Baterai (*Battery Correction*)

Saat kendaraan bekerja terjadi fluktuasi tegangan baterai akibat dari perubahan beban kelistrikan. Perubahan tegangan baterai mempengaruhi kecepatan injektor membuka, sehingga waktu membuka injektor akan berbeda dibandingkan dengan durasi injeksi berdasarkan signal dari ECU. Adanya koreksi tegangan baterai berfungsi untuk mencegah terjadinya kesalahan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan(Solikin, 2005:71).



Gambar 20. Koreksi Tegangan Baterai (Solikin: 2005:71)

5. ECU Programmable

ECU *Programmable* yang berhasil di kembangkan oleh beberapa produsen ini di rancang menggunakan remote sehingga lebih praktis dan mudah di gunakan untuk melakukan pengaturan debit bahan bakar dan pengapian. ECU ini dilengkapi dengan remote programmer sehingga pengguna dapat mengatur Injection Mapping (Koreksi Mapping), *Ignition Timing* (Kurva Pengapian), *Revolution Limiter* (Batasan putaran Mesin), *Injection Timing* (Waktu penyemprotan), dan Kalibrasi TPS (*Throttle Position Sensor*).

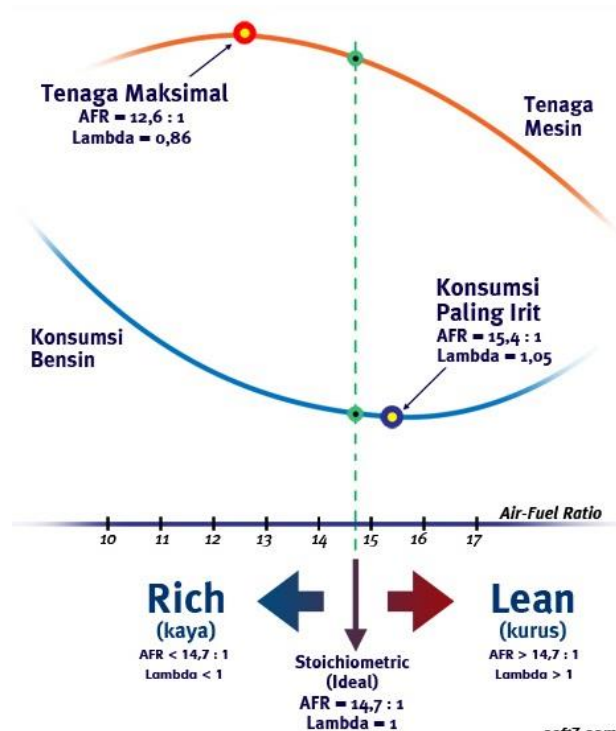
ECU *programmable* ini juga dilengkapi beberapa fitur tambahan untuk memudahkan penyetingan dan penggunaan, Remote ini juga dapat difungsikan sebagai *Diagnostic Tools*, untuk memantau kondisi sensor pendukung, Monitor untuk memantau AFR (*Air Fuel Rastio*/campuran bahan bakar).

Easy Map adalah fitur mapping injeksi dengan teknik *offset global* sehingga memudahkan pengguna awam (pemula) untuk melakukan setting injeksi dengan cepat. E-Map mengatur mapping injeksi dengan 3 kategori putaran mesin yaitu :

LOW (putaran BAWAH), *MID* (putaran TENGAH) dan *HIGH* (putaran ATAS), *Fast Seting* teknik ini dipakai pada saat membuat mapping pengapian atau injeksi sehingga penulisan koreksi akan lebih cepat. AFR (Air Fuel Rasio)/Optional ECU ini dilengkapi dengan sensor O₂, agar hasil pembakaran dapat dibaca melalui hasil gas buang dan mempermudah melakukan koreksi mapping.

6. Pengaruh Air Fuel Ratio Terhadap Peforma Mesin

Untuk menghasilkan pembakaran yang optimal diperlukan campuran bahan bakar dan udara yang tepat, campuran udara dan bahan bakar dengan udara sering disebut dengan AFR *Air Fuel Ratio* yang idealnya 14,7 : 1 yang artinya campuran tersebut terdiri dari rasio udara-bahan bakar diukur dalam satuan massa. Sebagai contoh, rasio udara-bahan bakar dari 14,7: 1 berarti untuk setiap satu massa bahan bakar, berbanding dengan 14,7 kali massa di udara. Grafik di bawah ini menggambarkan beberapa poin penting. Pertama, konsep campuran stoikiometri itu adalah titik di mana oksigen cukup untuk membakar 100% dari bahan bakar. pada mesin injeksi pengaturan AFR dilakukan oleh ECU berdasarkan referensi dari berbagai macam sensor sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kondisi dari mesin tersebut



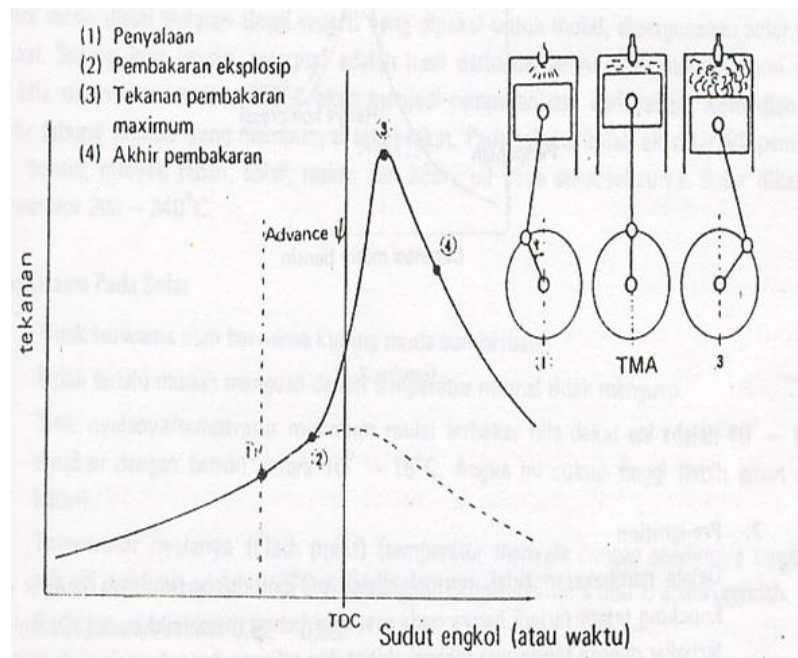
Gambar 21. Diagram Pengaruh AFR Terhadap Daya Mesin (Sutiman, 2005:47)

7. Pengaruh perubahan Timing Pengapian Terhadap Performa Mesin

Timing pengapian dapat didefinisikan sebagai waktu atau saat dimana busi mulai memantikkan api di ruang bakar, terkait dengan posisi piston pada waktu langkah kompresi. Timing pengapian biasanya diukur dalam satuan derajat posisi piston dan kruk as sebelum titik mati atas (TMA).

Untuk memperoleh *output* daya yang maksimal dari mesin, maka *timing* pengapian harus berada pada waktu yang tepat yaitu kurang dari beberapa derajat sebelum piston melewati titik mati atas sehingga diperoleh tekanan optimal dari hasil pembakaran. Timing pengapian juga harus disesuaikan dengan perubahan putaran mesin, dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembakaran di dalam silinder selalu sama namun waktu yang dibutuhkan untuk

menyelesaikan satu siklus selalu bervariasi di setiap perubahan putaran mesin dikarenakan perbedaan putaran dan beban mesin. Apabila saat pengapian sesuai maka kurva tekanan maksimal dari hasil pembakaran dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 22. Pengaruh Pengajuan Timing Pengapian Terhadap Tekanan Hasil Pembakaran (Anonim, 2013:34)

8. Spesifikasi mesin Honda Vario 125

Tabel Spesifikasi Mesin Honda Vario 125 dikutip dari PT. Astra Honda Motor(2015)

Tipe mesin	4 langkah SOHC
Kapasitas mesin	124,8 cc
Diameter x langkah	52,4 x 57,9 mm
Perbandingan kompresi	11,0 : 1
Daya	8,3kW / 8500 rpm
Torsi	10,8 N.m / 5500 rpm
Starter	Pedal dan elektrik
Sistem pelumasan	Basah
Transmisi	Otomatis

Bersambung

Sambungan

Sistem pembakaran	<i>Electronic Fuel Injection</i>
Jenis sistem injeksi	Injeksi tak langsung (<i>multi point injection</i>)
Tipe kopling	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Sistem pengapian	<i>Full transistorized</i> , baterai
Tipe baterai	12v – 5A.h (tipe MF)
Tipe busi	ND U22EPR-9, NGK CPR9EA – 9
Volume injector	84cc/menit
Tekanan bahan bakar	294 kPa / 3 bar

9. Regulasi engine pada ISGCC

- Sumber tenaga dari semua mobil menggunakan mesin bensin 4 langkah dengan kapasitas di bawah 120 cc.
- Perubahan intake dan exhaust system termasuk turbocharger tidak diperbolehkan. Tetapi jika diperlukan oleh struktur mobil, persetujuan dari organisasi komite (panitia) harus diperoleh kemajuan.
- Mesin pada mobil berpartisipasi di kompetisi dapat dibongkar dan diperiksa untuk dilihat perubahannya

B. Penelitian yang Relevan

- Penelitian yang dilakukan oleh Iffah dan Sudarmanto (2016), dalam penelitiannya tentang Analisis Pengaruh Penambahan Durasi Camshaft terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang pada Engine Sinjai 650 cc. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa: Hasil simulasi perbandingan unjuk kerja *engine SINJAI 650 cc SOHC port fuel injection* yang terbaik menggunakan camshaft 260°, dengan peningkatan torsi 0,908%, daya 0,908%, *bmeP* 0,908%, efisiensi thermal 0,626%, efisiensi volumetris 1.003% dan penurunan *bsfc* 0,252% dari camshaft standar pada putaran rentang 4000-6000 rpm.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Machmud, Surono, dan Sitorus (2013), dalam penelitiannya tentang Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa: peningkatan nilai torsi dan daya maksimal dihasilkan pada derajat pengapian yang dimajukan 6° dari standarnya.

C. Kerangka Berpikir

1. Pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian terhadap torsi mesin.

Jumlah injeksi bahan bakar dipengaruhi oleh tekanan bahan bakar, besar lubang injektor dan lama lubang injektor terbuka. Dikarenakan tekanan bahan bakar diatur tetap oleh *pressure fuel regulator* dan lubang injektor tetap, dengan demikian untuk menentukan jumlah bahan bakar yang di injeksikan dengan cara menentukan lamanya injektor ON yang biasa disebut dengan durasi injeksi. Semakin lama durasi injeksi maka semakin banyak jumlah bahan bakar yang di injeksikan. Kesesuaian jumlah bahan bakar yang diinjeksikan sangat berpengaruh terhadap hasil pembakaran untuk mendapatkan performa mesin yang maksimal.

Timing pengapian dapat didefinisikan sebagai waktu atau saat dimana busi mulai memantikkan api di ruang bakar, terkait dengan posisi piston pada waktu langkah kompresi. Timing pengapian biasanya diukur dalam satuan derajat posisi piston dan kruk as sebelum titik mati atas (TMA).

Untuk memperoleh torsi yang maksimal dari mesin, maka *timing* pengapian harus berada pada waktu yang tepat yaitu kurang dari beberapa

derajat sebelum piston melewati titik mati atas sehingga diperoleh tekanan optimal dari hasil pembakaran. Timing pengapian juga harus disesuaikan dengan perubahan putaran mesin, dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembakaran di dalam silinder selalu sama namun waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus selalu bervariasi di setiap perubahan putaran mesin dikarenakan perbedaan putaran dan beban mesin.

2. Pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian terhadap daya mesin.

Durasi injeksi merupakan lamanya injektor menginjeksikan bahan bakar. Semakin lama durasi injeksi maka semakin banyak bahan bakar yang diinjeksikan. Timing pengapian merupakan waktu dimana busi memantikkan bunga api di dalam mesin untuk melakukan pembakaran. Penyetelan durasi injeksi dan timing pengapian yang tepat dapat meningkatkan torsi yang dihasilkan mesin.

Dengan terjadinya peningkatan torsi yang dihasilkan mesin maka secara teoritis akan terjadi peningkatan daya yang dihasilkan mesin. Hal ini dikarenakan daya yang dihasilkan mesin merupakan hasil dari torsi mesin dikalikan dengan putaran mesin. Jadi apabila torsi naik maka seiring dengan penambahan putaran mesin maka torsi akan meningkat.

D. PERTANYAAN PENELITIAN

1. Apakah perubahan durasi injeksi dan timing pengapian dapat meningkatkan torsi mesin?
2. Perubahan durasi injeksi dan timing pengapian dapat meningkatkan daya mesin.

E. HIPOTESIS PENELITIAN

Dari kajian teori dan kerangka berfikir di atas maka dapat di rumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Perubahan durasi injeksi dan timing pengapian dapat meningkatkan torsi mesin.
2. Perubahan durasi injeksi dan timing pengapian dapat meningkatkan daya mesin.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Menurut Sugiyono (2012,109) penelitian eksperimen dapat di artikan sebagai metode penelitian yang di gunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu dalam kondisi yang terkendalikan. Penelitian eksperimen menggunakan suatu percobaan yang di rancang secara khusus guna membangkitkan data yang di perlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian (Margono, 2005:110). Dengan demikian jenis penelitian yang di gunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen.

Pada penelitian ini perubahan-perubahan di gunakan pada kendaraan mobil hybrid H15, sehingga perlu di lakukan penelitian. Penelitian ini membandingkan beberapa hasil data pengujian pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian pada mesin Honda Vario 125 menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion .

B. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di workshop Garuda UNY Racing Team. *Workshop* Garuda UNY Racing Team terletak di area parkir FT UNY atau berada di belakang gedung LPPMP UNY. Pengujian Perubahan durasi injeksi dan timing pengapian pada mesin Honda Vario 125 menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion di lakukan dengan menggunakan

dynotest atau dynamometer test. Dynotest adalah alat yang di gunakan untuk mengukur torsi, daya, RPM per satuan waktu yang di hasilkan dari suatu mesin pada kendaraan. Pengujian dynotest di lakukan di Mototech (Jl. Ringroad Selatan, Kemasan, Banguntapan, Sleman, Yogyakarta). Waktu penelitian di mulai sejak tanggal 6 Desember 2016 hingga tanggal 23 Januari 2017.

C. Sampel Penelitian

Sampel yang di gunakan pada penelitian ini adalah mesin Honda Vario 125 pada kendaraan Hybrid Garuda UNY Team yang dirubah durasi injeksi dan timing pengapiannya. Terdapat 9 jenis sampel pengujian yang berbeda. Perbedaan tersebut terletak pada mekanisme mesin, jenis ECU, mapping durasi injeksi, dan timing pengapian.

D. Variabel Penelitian

Menurut Sugiyono (2009,60) variabel penelitian pada dasarnya adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang di tetapkan oleh peneliti untuk di pelajari sehingga di peroleh informasi tentang hal tersebut, kemudian di tarik kesimpulannya. Secara teoritis variabel dapat di definisikan sebagai atribut seseorang, atau objek yang mempunyai “variasi” antara satu orang dengan yang lain atau suatu objek dengan objek yang lain (Hatch dan Forhady, 1981).

Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi perubahan pada mapping durasi injeksi, dan timing pengapian. Variabel terikat dalam

penelitian ini adalah performa mesin yaitu daya dan torsi. Variabel control pada penelitian ini adalah putaran mesin /rpm.

Setelah melakukan pengujian perubahan durasi injeksi dan timing pengapian maka hal-hal yang perlu di perhatikan adalah analisis perhitungan, hasil pengujian, penyusunan laporan data pengujian.

Dalam pengujian ada beberapa hal yang perlu di siapkan antara lain adalah alat dan bahan sebagai berikut :

Alat :

1. Dynotester
2. Tacho meter
3. scanner
4. Timing light
5. oscilloscope

Bahan :

1. Mesin Honda Vario 125 standar
2. Mesin Honda Vario 125 modifikasi bore down menjadi 120 cc
3. Bahan bakar minyak
4. ECU standar Honda Vario 125
5. ECU Juken 2 Yamaha Vixio

E. Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data pada penelitian ini yaitu dengan mengukur performa objek yang di teliti dan mencatat data yang diperlukan. Data-data yang di perlukan tersebut adalah daya, torsi, dan putaran mesin menggunakan variasi durasi injeksi dan timing pengapian yang berbeda. Untuk melakukan pengujian tersebut membutuhkan minimal 4 orang yang bertugas sebagai operator alat uji, mendokumentasikan proses pengujian, mengamati dan mencatat hasil pengujian, dan operator objek yang di teliti. Pengujian di lakukan sesuai prosedur penggunaan alat dynotest dengan menghidupkan mesin dan di lakukan akselerasi secara berulang-ulang sehingga di dapatkannya hasil yang paling maksimal. data yang di peroleh adalah data hasil daya dan torsi pada setiap putaran mesin.

F. Teknik Analisis Data

Setelah melakukan pengujian teknik analisis data yang di gunakan adalah metode analisis deskriptif. Hal ini dilaksanakan untuk memberikan gambaran terhadap fenomena yang terjadi setelah di lakukan perubahan durasi injeksi dan timing pengapian menggunakan ECU programable. Untuk mempermudah pembacaan maka hasil pengujian akan di tampilkan pada tabel dan grafik. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data dalam tabel dan grafik tersebut menjadi kalimat yang mudah di baca, di pahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya mencari jawaban atas permasalahan yang di teliti.

G. Skema Penelitian



Gambar 23. Skema penelitian

Penelitian ini meneliti pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian terhadap performa mesin yang di hasilkan mesin Honda Vario 125. Hasil penelitian diperoleh dengan cara menguji mesin Honda Vario 125 pada alat Dyno Meter. Hasil yang diperoleh dari pengujian pada alat Dyno meter yaitu data daya mesin (HP) dan torsi mesin ($N.m$).

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap sembilan sampel pengujian yang memiliki durasi injeksi dan timing pengapian yang berbeda kemudian akan diteliti pengaruhnya terhadap daya dan torsi mesin yang dihasilkan. Sembilan sampel pengujian yang akan diteliti yaitu:

1. Mesin Honda Vario 125 cc menggunakan ECU standar.
2. Mesin Honda Vario 125 yang telah dilakukan perubahan mekanismenya menjadi 120 cc menggunakan ECU standar.
3. Mesin Honda Vario 125 yang telah dilakukan perubahan mekanismenya menjadi 120 cc menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion dengan durasi injeksi yang telah dilakukan penyetelan sesuai kebutuhan mesin.
4. Mesin Honda Vario 125 yang telah dilakukan perubahan mekanismenya menjadi 120 cc menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion dengan timing pengapian yang telah dilakukan penyetelan sesuai kebutuhan mesin.
5. Mesin Honda Vario 125 yang telah dilakukan perubahan mekanismenya menjadi 120 cc menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha

Vixion dengan durasi injeksi dan timing pengapian yang telah dilakukan penyetelan sesuai kebutuhan mesin.

6. Mesin Honda Vario 125 yang telah dilakukan perubahan mekanismenya menjadi 120 cc menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion dengan durasi injeksi yang lebih diperpanjang 3% dari penyetelan normal dan timing pengapian yang telah dilakukan penyetelan sesuai kebutuhan mesin.
7. Mesin Honda Vario 125 yang telah dilakukan perubahan mekanismenya menjadi 120 cc menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion dengan durasi injeksi yang lebih diperpendek 3% dari penyetelan normal dan timing pengapian yang telah dilakukan penyetelan sesuai kebutuhan mesin.
8. Mesin Honda Vario 125 yang telah dilakukan perubahan mekanismenya menjadi 120 cc menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion dengan durasi injeksi yang telah dilakukan penyetelan sesuai kebutuhan mesin dan timing pengapian telah disetel rata lebih maju 3 derajat dari penyetelan normal.
9. Mesin Honda Vario 125 yang telah dilakukan perubahan mekanismenya menjadi 120 cc menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion dengan durasi injeksi yang telah dilakukan penyetelan sesuai kebutuhan mesin dan timing pengapian telah disetel rata lebih mundur 3 derajat dari penyetelan normal.

Dari seluruh hasil pengujian tersebut akan di analisis dan di ambil hasil yang terbaik yang akan di aplikasikan pada mobil hybrid H15. Pengujian peforma mesin di lakukan menggunakan *Dyno Test* dengan bantuan *tacho meter* sebagai alat ukur putaran mesin dan kamera sebagai alat dokumentasi pada saat pengujian berlangsung. Hal yang perlu di amati pada saat melakukan penelitian adalah perubahan grafik yang terjadi pada layar *Dyno Test*. Alasan menggunakan *Dyno Test* yaitu merupakan alat ukur yang memberikan hasil akurat terhadap pembacaan daya mesin, torsi mesin dan waktu. Pengujian harus dilakukan berulang kali hingga mendapatkan hasil yang paling maksimal pada setiap jenis pengujian. Hasil pengujian kemudian di olah dan di analisis.

Sampel pengujian pada penelitian ini adalah 9 jenis mesin yang memiliki spesifikasi berbeda-beda. Seluruh sampel penelitian akan diberikan perlakuan yang berbeda pada penyetelan durasi injeksi dan timing pengapian. Tabel penyetelan sampel pengujian dapat dilihat pada tabel .

Tabel 2. Tabel penyetelan pengujian

Pengujian	Durasi Injeksi	Timing Pengapian
Pengujian 1	Standar pabrikan Honda Vario 125, tidak dapat di program	Standar pabrikan Honda Vario 125, tidak dapat di program
Pengujian 2	Standar pabrikan Honda Vario 125, tidak dapat di program	Standar pabrikan Honda Vario 125, tidak dapat di program
Pengujian 3	Durasi injeksi telah dilakukan penyetelan menggunakan beberapa alat ukur dan didapat setelan yang sesuai kebutuhan mesin.	Timing pengapian belum dilakukan penyetelan, sehingga timing pengapian belum sesuai kebutuhan mesin yang normal.
Pengujian 4	Durasi injeksi belum dilakukan penyetelan,	Timing pengapian telah dilakukan penyetelan menggunakan beberapa

Bersambung

Sambungan

Pengujian	Durasi Injeksi	Timing Pengapian
	sehingga durasi injeksi belum sesuai kebutuhan mesin yang normal.	alat ukur dan didapat setelan yang sesuai kebutuhan mesin.
Pengujian 5	Durasi injeksi telah dilakukan penyetelan menggunakan beberapa alat ukur dan didapat setelan yang sesuai kebutuhan mesin.	Timing pengapian telah dilakukan penyetelan menggunakan beberapa alat ukur dan didapat setelan yang sesuai kebutuhan mesin.
Pengujian 6	Durasi injeksi dilakukan penyetelan 2% lebih panjang dari penyetelan normal sesuai kebutuhan mesin.	Timing pengapian telah dilakukan penyetelan menggunakan beberapa alat ukur dan didapat setelan yang sesuai kebutuhan mesin.
Pengujian 7	Durasi injeksi dilakukan penyetelan 2% lebih pendek dari penyetelan normal sesuai kebutuhan mesin.	Timing pengapian telah dilakukan penyetelan menggunakan beberapa alat ukur dan didapat setelan yang sesuai kebutuhan mesin.
Pengujian 8	Durasi injeksi telah dilakukan penyetelan menggunakan beberapa alat ukur dan didapat setelan yang sesuai kebutuhan mesin.	Timing pengapian telah dimajukan secara rata 2 derajat lebih maju dari setelan yang normal sesuai kebutuhan mesin.
Pengujian 9	Durasi injeksi telah dilakukan penyetelan menggunakan beberapa alat ukur dan didapat setelan yang sesuai kebutuhan mesin.	Timing pengapian telah dimundurkan secara rata 2 derajat lebih maju dari setelan yang normal sesuai kebutuhan mesin.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

1. Hasil Pengujian 1

Pengujian sampel 1 dilakukan pada tanggal 7 Desember 2016. Sampel pengujian 1 adalah mesin Honda vario 125 standar keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015. Mesin Honda Vario standar pabrikan dengan seluruh komponen mesin menggunakan komponen standar. Spesifikasi sampel pengujian 1 dapat dilihat pada tabel .

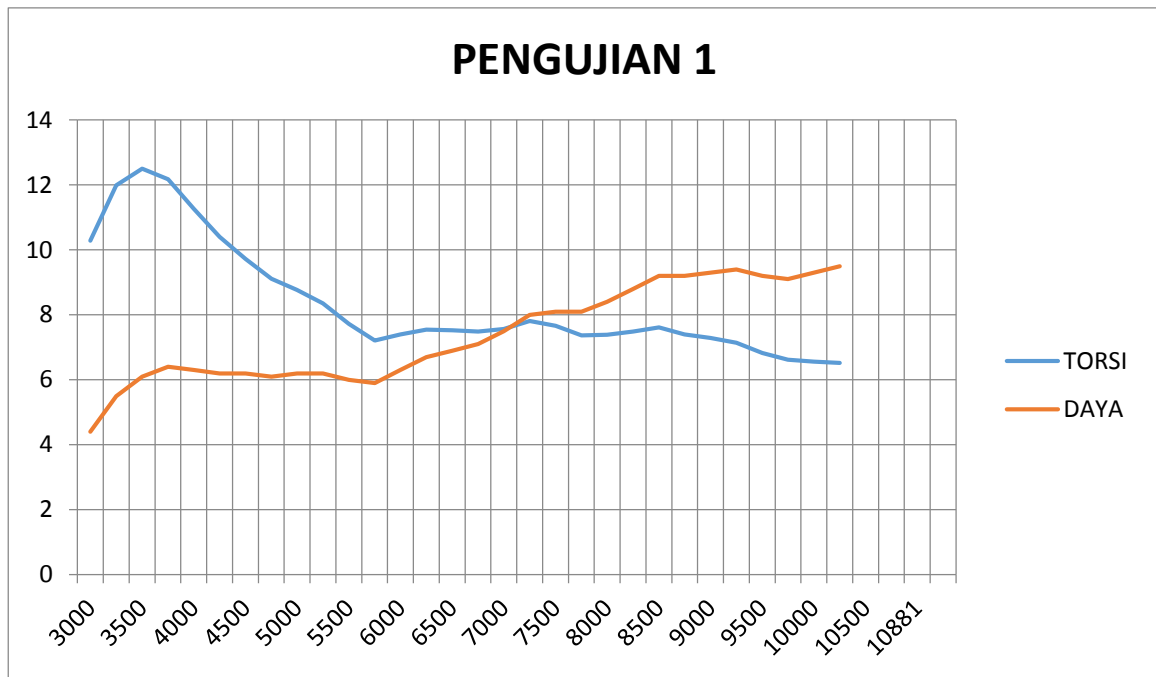
Tabel 3. Spesifikasi sampel pengujian 1

Spesifikasi	Sampel 1
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	124,8cc
Diameter piston	52,4mm
Langkah piston	57,9mm
Perbandingan kompresi	11 : 1
Camshaft	Standart
Diameter throttle	24mm
Saluran inlet	Standart
Saluran outlet	Standart
Elektronik Control Unit	Standart
Durasi injeksi	Standart
Timing pengapian	Standart

Dari hasil pengujian 1 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 4. Hasil pengujian 1

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	10,28	4,4	0,54	14,7
3250	11,99	5,5	0,74	14,7
3500	12,50	6,1	0,94	14,7
3750	12,18	6,4	1,16	14,7
4000	11,27	6,3	1,40	14,6
4250	10,40	6,2	1,66	14,6
4500	9,72	6,2	1,94	14,6
4750	9,11	6,1	2,24	14,6
5000	8,77	6,2	2,54	14,8
5250	8,35	6,2	2,84	14,8
5500	7,72	6,0	3,18	14,8
5750	7,21	5,9	3,54	14,8
6000	7,40	6,3	3,92	14,9
6250	7,55	6,7	4,26	14,9
6500	7,53	6,9	4,62	14,9
6750	7,49	7,1	4,96	14,9
7000	7,57	7,5	5,32	14,9
7250	7,81	8,0	5,64	14,9
7500	7,66	8,1	6,00	14,9
7750	7,37	8,1	6,36	14,9
8000	7,39	8,4	6,70	14,8
8250	7,49	8,8	7,06	14,8
8500	7,61	9,2	7,40	14,8
8750	7,40	9,2	7,76	14,8
9000	7,29	9,3	8,12	15,0
9250	7,14	9,4	8,50	15,0
9500	6,83	9,2	8,88	15,0
9750	6,62	9,1	9,28	15,0
10000	6,56	9,3	9,68	15,2
10250	6,52	9,5	10,10	15,2



Gambar 25. Grafik pengujian 1

Hasil pengujian 2

Pengujian sampel 2 di lakukan pada tanggal 12 Januari 2017. Pengujian dynotest 2 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015 yang telah di lakukan modifikasi pada mekanisme mesinnya. Dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. Perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. Kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU shindengen bawaan motor yang tidak dapat di program secara keseluruhan. jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 24 mm. Spesifikasi sampel pengujian 2 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 5. Spesifikasi sampel pengujian 2

Spesifikasi	Sampel 2
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	119,3 cc
Diameter piston	51,25 mm
Langkah piston	57,9 mm
Perbandingan kompresi	12,7 : 1
Camshaft	Dimodifikasi
Diameter throttle	24 mm
Saluran inlet	Dimodifikasi
Saluran outlet	Dimodifikasi
Elektronik Control Unit	Standar vario 125
Durasi injeksi	Standar vario 125
Timing pengapian	Standar vario 125

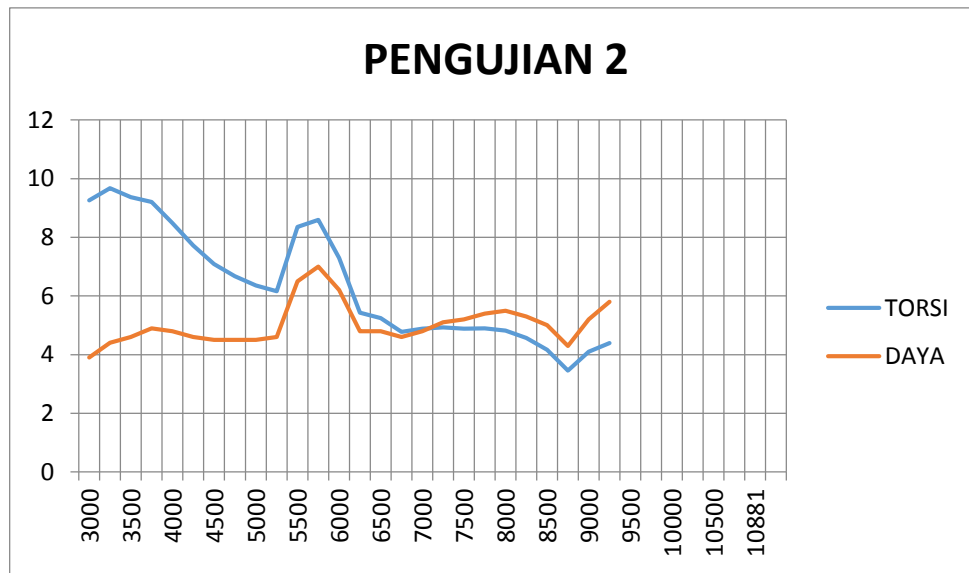


Gambar 26. Mesin modifikasi dengan ecu standar

Dari hasil pengujian 2 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 6. Hasil pengujian 2

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	9,26	3,9	1,04	17,7
3250	9,67	4,4	1,32	17,7
3500	9,37	4,6	1,60	17,7
3750	9,21	4,9	1,90	17,7
4000	8,49	4,8	2,22	17,9
4250	7,72	4,6	2,58	17,9
4500	7,09	4,5	2,96	17,9
4750	6,67	4,5	3,38	17,9
5000	6,36	4,5	3,82	18,7
5250	6,16	4,6	4,26	18,7
5500	8,35	6,5	4,58	18,7
5750	8,59	7,0	4,90	18,7
6000	7,30	6,2	5,26	17,3
6250	5,43	4,8	5,78	17,3
6500	5,25	4,8	6,30	17,3
6750	4,78	4,6	6,86	17,3
7000	4,89	4,8	7,42	18,5
7250	4,93	5,1	7,98	18,5
7500	4,88	5,2	8,54	18,5
7750	4,90	5,4	9,10	18,5
8000	4,82	5,5	9,66	18,2
8250	4,57	5,3	10,26	18,2
8500	4,17	5,0	10,92	18,2
8750	3,46	4,3	11,72	18,2
9000	4,10	5,2	12,40	17,4
9250	4,39	5,8	13,00	17,4



Gambar 27. Grafik pengujian 2

Hasil pengujian 3

Pengujian sampel 3 di lakukan pada tanggal 23 Januari 2017. Pengujian dynotest 3 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015 yang telah di lakukan modifikasi pada mekanisme mesinnya. Dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. Perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. Kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan ,mulai dari mapping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Yang dapat di atur tiap pembukaan throttle kelipatan 5% dan per rpm kelipatan 250 rpm .sehingga dapat secara detail pemrogramannya. Jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem

injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 28 mm. Sebelum melakukan pengujian ke 3 telah di lakukan terlebihdahulu pemrograman pada pengapian tanpa melakukan pemrograman pada mapping durasi injeksi. Spesifikasi sampel pengujian 3 dapat dilihat pada tabel

Tabel 7. Spesifikasi sampel pengujian 3

Spesifikasi	Sampel 3
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	119,3 cc
Diameter piston	51,25 mm
Langkah piston	57,9 mm
Perbandingan kompresi	12,7 : 1
Camshaft	Dimodifikasi
Diameter throttle	28 mm
Saluran inlet	Dimodifikasi
Saluran outlet	Dimodifikasi
Elektronik Control Unit	BRT Juken 2
Durasi injeksi	Disesuaikan
Timing pengapian	Belum di sesuaikan



Gambar 28. Pemrograman mencari durasi injeksi yang sesuai

Tabel 8. Mapping durasi injeksi normal yang telah disesuaikan

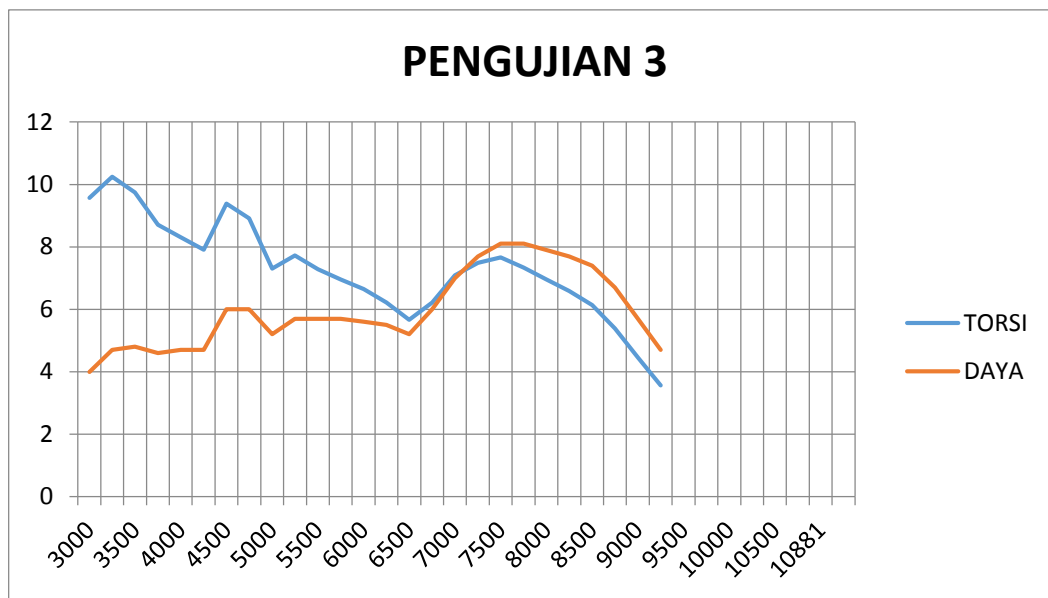
RP M/T PS	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
1000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3500	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11500	0	1 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
12000	0	1 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Dari tabel di atas dapat dipahami atau diketahui besarnya angka mapping pada setiap besarnya bukaan TPS dan putaran mesin. Angka 0 menunjukkan 2,8 ms, setiap penambahan 1 angka maka bertambah 0,04 ms.

Dari hasil pengujian 3 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 9. Hasil pengujian 3

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	9,57	4,0	1,10	12,6
3250	10,25	4,7	1,36	12,6
3500	9,74	4,8	1,66	12,6
3750	8,71	4,6	1,96	12,6
4000	8,31	4,7	2,30	12,4
4250	7,91	4,7	2,64	12,4
4500	9,39	6,0	2,92	12,4
4750	8,91	6,0	3,24	12,4
5000	7,31	5,2	3,60	12,8
5250	7,73	5,7	3,96	12,8
5500	7,28	5,7	4,34	12,8
5750	6,96	5,7	4,72	12,8
6000	6,65	5,6	5,14	12,5
6250	6,22	5,5	5,58	12,5
6500	5,67	5,2	6,08	12,5
6750	6,22	6,0	6,52	12,5
7000	7,09	7,0	6,90	12,6
7250	7,49	7,7	7,26	12,6
7500	7,66	8,1	7,62	12,6
7750	7,34	8,1	8,00	12,6
8000	6,96	7,9	8,40	12,7
8250	6,59	7,7	8,80	12,7
8500	6,14	7,4	9,26	12,7
8750	5,39	6,7	9,78	12,7
9000	4,46	5,7	10,40	12,9
9250	3,57	4,7	11,18	12,9



Gambar 29. Grafik pengujian 3

Hasil pengujian 4

Pengujian sampel 4 di lakukan pada tanggal 23 Januari 2017. Pengujian dynotest 4 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015 yang telah di lakukan modifikasi pada mekanisme mesinnya. Dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. Perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. Kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan ,mulai dari mapping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Yang dapat di atur tiap pembukaan throttle kelipatan 5% dan per rpm kelipatan 250 rpm .sehingga dapat secara detail pemrogramannya. Jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem

injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 28 mm. Sebelum melakukan pengujian ke 4 telah dilakukan terlebih dahulu pemrograman pada mapping durasi injeksi tanpa melakukan pemrograman pada timing pengapian. Spesifikasi sampel pengujian 4 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 10. Spesifikasi sampel pengujian 4

Spesifikasi	Sampel 4
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	119,3 cc
Diameter piston	51,25 mm
Langkah piston	57,9 mm
Perbandingan kompresi	12,7 : 1
Camshaft	Dimodifikasi
Diameter throttle	28 mm
Saluran inlet	Dimodifikasi
Saluran outlet	Dimodifikasi
Elektronik Control Unit	BRT Juken 2
Durasi injeksi	Belum disesuaikan
Timing pengapian	Disesuaikan



Gambar 30. Pemrograman mencari timing pengapian yang sesuai

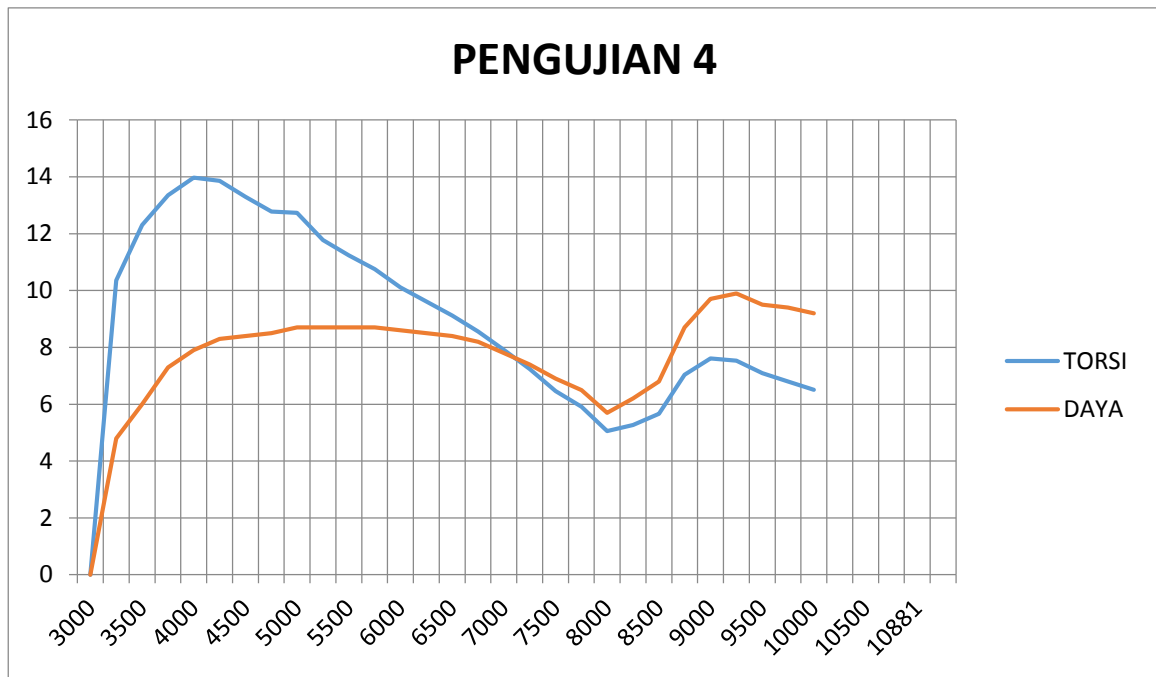
Tabel 11. timing pengapian normal yang telah disesuaikan

Rpm / Tps	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	10 0%
1000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2500	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3000	1 0	1 0	11	11	13	13	13	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10
3500	1 3	1 5	16	18	18	18	18	18	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
4000	1 5	2 2	24	24	24	25	25	25	25	25	24	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19
4500	1 5	2 7	27	27	27	28	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	20
5000	1 5	2 7	28	29	29	29	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	21
5500	1 5	2 8	28	29	30	30	28	29	29	28	28	27	27	26	26	26	25	25	24	24	21
6000	1 5	2 8	28	29	30	30	28	29	30	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	25	24
6500	1 5	2 8	29	30	30	30	30	30	30	29	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	24
7000	1 5	2 9	29	30	30	30	30	30	30	30	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	25
7500	1 5	2 9	29	30	30	31	30	30	30	30	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	26
8000	1 5	3 0	30	30	31	31	30	30	30	31	29	29	28	28	28	28	28	27	28	27	27
8500	1 5	3 0	30	30	31	31	30	31	30	31	30	29	28	29	28	28	28	28	28	28	28
9000	1 5	3 0	30	30	31	31	30	31	31	31	30	29	29	29	29	28	29	28	28	28	28
9500	1 5	2 9	30	30	31	31	31	31	31	31	30	30	29	29	29	29	29	29	29	29	27
1000 0	1 5	2 9	29	30	31	30	31	31	31	30	30	30	29	30	29	29	29	29	29	29	26
1050 0	1 5	2 8	29	29	30	30	31	30	31	30	29	30	30	30	30	29	30	30	29	30	25
1100 0	1 5	2 8	29	29	30	30	31	30	30	30	29	28	30	29	30	30	28	28	28	25	24
1150 0	1 5	2 8	28	29	29	30	30	29	30	29	29	28	28	28	27	27	27	27	25	25	24
1200 0	1 5	1 8	28	28	29	29	30	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	24	23
1250 0	1 5	1 8	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23
1300 0	1 5	1 8	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23	23

Dari hasil pengujian 4 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 12. Hasil pengujian 4

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	-	-	-	
3250	10,36	4,8	0,52	18,1
3500	12,31	6,0	0,62	18,1
3750	13,35	7,3	0,80	18,1
4000	13,97	7,9	0,96	17,9
4250	13,86	8,3	1,12	17,9
4500	13,30	8,4	1,28	17,9
4750	12,78	8,5	1,46	17,9
5000	12,73	8,7	1,66	17,8
5250	11,78	8,7	1,84	17,8
5500	11,24	8,7	2,06	17,8
5750	10,75	8,7	2,28	17,8
6000	10,11	8,6	2,50	17,8
6250	9,62	8,5	2,74	17,8
6500	9,12	8,4	3,00	17,8
6750	8,56	8,2	3,24	17,8
7000	7,91	7,8	3,54	17,1
7250	7,24	7,4	3,86	17,1
7500	6,46	6,9	4,20	17,1
7750	5,91	6,5	4,60	17,1
8000	5,06	5,7	5,06	17,2
8250	5,27	6,2	5,48	17,2
8500	5,66	6,8	5,88	17,2
8750	7,04	8,7	6,20	17,2
9000	7,61	9,7	6,50	17,6
9250	7,53	9,9	6,80	17,6
9500	7,09	9,5	7,12	17,6
9750	6,80	9,4	7,44	17,6
10000	6,51	9,2	7,80	17,7



Gambar 31. Grafik pengujian 4

Hasil pengujian5

Pengujian sampel 5 di lakukan pada tanggal 23 Januari 2017. Pengujian dynotest 5 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015 yang telah di lakukan modifikasi pada mekanisme mesinnya. Dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. Perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. Kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan ,mulai dari mapping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Yang dapat di atur tiap pembukaan throttle kelipatan 5% dan per rpm kelipatan 250 rpm .sehingga

dapat secara detail pemrogramannya. Jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 28 mm. Sebelum melakukan pengujian ke 5 telah di lakukan terlebihdahulu pemrograman pada pengapian dan perubahan pada maping durasi injeksi agar sesuai kebutuhan mesin. Spesifikasi sampel pengujian 5 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 13. Spesifikasi sampel pengujian 5

Spesifikasi	Sampel 5
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	119,3 cc
Diameter piston	51,25 mm
Langkah piston	57,9 mm
Perbandingan kompresi	12,7 : 1
Camshaft	Dimodifikasi
Diameter throttle	28 mm
Saluran inlet	Dimodifikasi
Saluran outlet	Dimodifikasi
Elektronik Control Unit	BRT Juken 2
Durasi injeksi	Disesuaikan
Timing pengapian	Disesuaikan



Gambar 32. Pemrograman durasi injeksi dan timing pengapian yang sesuai

Tabel 14. Mapping durasi injeksi normal yang telah disesuaikan

RP M/T PS	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
1000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3500	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11500	0	1 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
12000	0	1 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Dari tabel di atas dapat dipahami atau diketahui besarnya angka mapping pada setiap besarnya bukaan TPS dan putaran mesin. Angka 0 menunjukkan 2,8 ms, setiap penambahan 1 angka maka bertambah 0,04 ms.

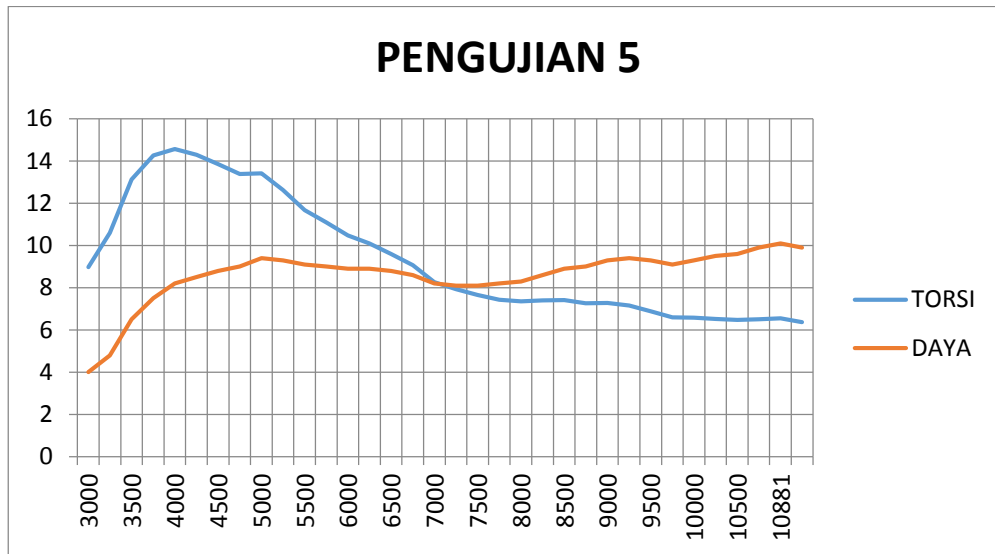
Tabel 15. timing pengapian normal yang telah disesuaikan

Rpm / Tps	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	10 0%
1000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2500	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3000	1 0	1 0	11	11	13	13	13	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10
3500	1 3	1 5	16	18	18	18	18	18	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
4000	1 5	2 2	24	24	24	25	25	25	25	25	24	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19
4500	1 5	2 7	27	27	27	28	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	20
5000	1 5	2 7	28	29	29	29	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	21
5500	1 5	2 8	28	29	30	30	28	29	29	28	28	27	27	26	26	26	25	25	24	24	21
6000	1 5	2 8	28	29	30	30	28	29	30	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	25	24
6500	1 5	2 8	29	30	30	30	30	30	30	29	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	24
7000	1 5	2 9	29	30	30	30	30	30	30	30	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	25
7500	1 5	2 9	29	30	30	31	30	30	30	30	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	26
8000	1 5	3 0	30	30	31	31	30	30	30	31	29	29	28	28	28	28	28	27	28	27	27
8500	1 5	3 0	30	30	31	31	30	31	30	31	30	29	28	29	28	28	28	28	28	28	28
9000	1 5	3 0	30	30	31	31	30	31	31	31	30	29	29	29	29	28	29	28	28	28	28
9500	1 5	2 9	30	30	31	31	31	31	31	31	30	30	29	29	29	29	29	29	29	29	27
1000 0	1 5	2 9	29	30	31	30	31	31	31	30	30	30	29	30	29	29	29	29	29	29	26
1050 0	1 5	2 8	29	29	30	30	31	30	31	30	29	30	30	30	30	29	30	30	29	30	25
1100 0	1 5	2 8	29	29	30	30	31	30	30	30	29	28	30	29	30	30	28	28	28	25	24
1150 0	1 5	2 8	28	29	29	30	30	29	30	29	29	28	28	28	27	27	27	27	25	25	24
1200 0	1 5	1 8	28	28	29	29	30	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	24	23
1250 0	1 5	1 8	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23
1300 0	1 5	1 8	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23	23

Dari hasil pengujian 5 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 16. Hasil pengujian 5

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	8,98	4,0	0,52	13,8
3250	10,60	4,8	0,60	13,8
3500	13,13	6,5	0,78	13,8
3750	14,26	7,5	0,94	13,8
4000	14,56	8,2	1,10	13,7
4250	14,30	8,5	1,28	13,7
4500	13,85	8,8	1,46	13,7
4750	13,39	9,0	1,64	13,7
5000	13,41	9,4	1,82	13,9
5250	12,62	9,3	2,02	13,9
5500	11,67	9,1	2,24	13,9
5750	11,10	9,0	2,46	13,9
6000	10,48	8,9	2,70	13,9
6250	10,10	8,9	2,94	13,9
6500	9,60	8,8	3,20	13,9
6750	9,06	8,6	3,46	13,9
7000	8,26	8,2	3,76	13,8
7250	7,93	8,1	4,06	13,8
7500	7,66	8,1	4,38	13,8
7750	7,43	8,2	4,72	13,8
8000	7,35	8,3	5,04	13,7
8250	7,40	8,6	5,38	13,7
8500	7,41	8,9	5,70	13,7
8750	7,26	9,0	6,04	13,7
9000	7,28	9,3	6,36	13,8
9250	7,16	9,4	6,70	13,8
9500	6,89	9,3	7,06	13,8
9750	6,59	9,1	7,44	13,8
10000	6,58	9,3	7,80	13,9
10250	6,52	9,5	8,20	13,9
10500	6,48	9,6	8,56	13,9
10750	6,51	9,9	8,94	13,9
10881	6,55	10,1	9,14	13,9
11000	6,37	9,9	9,32	13,9



Gambar 33. Grafik pengujian 5

Hasil pengujian 6

Pengujian sampel 6 di lakukan pada tanggal 23 Januari 2017. Pengujian dynotest 6 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015 yang telah di lakukan modifikasi pada mekanisme mesinnya. Dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. Perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. Kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan ,mulai dari maping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Yang dapat di atur tiap pembukaan throttle kelipatan 5% dan per rpm kelipatan 250 rpm .sehingga

dapat secara detail pemrogramannya. Jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 28 mm. Sebelum melakukan pengujian ke 6 telah di lakukan terlebihdahulu pemrograman pada pengapian dan perubahan pada maping durasi injeksi. Perubahan dilakukan pada maping durasi injeksi yang lebih diperpanjang pembukaan injektornya dibandingkan dengan pengujian ke 5. Spesifikasi sampel pengujian 6 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 17. Spesifikasi sampel pengujian 6

Spesifikasi	Sampel 6
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	119,3 cc
Diameter piston	51,25 mm
Langkah piston	57,9 mm
Perbandingan kompresi	12,7 : 1
Camshaft	Dimodifikasi
Diameter throttle	28 mm
Saluran inlet	Dimodifikasi
Saluran outlet	Dimodifikasi
Elektronik Control Unit	BRT Juken 2
Durasi injeksi	Diperpanjang
Timing pengapian	Disesuaikan

Tabel 18. Mapping durasi injeksi diperpanjang 3% dari normal

RP M/T PS	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
1000	8	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1500	8	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
2000	8	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
2500	8	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3000	6	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3500	6	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
4000	6	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
4500	3	1 5	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
5000	3	1 5	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
5500	3	1 5	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6000	3	1 5	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6500	3	1 5	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
7000	3	1 5	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
7500	3	1 5	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
8000	3	1 5	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
8500	3	1 5	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
9000	3	1 5	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
9500	3	1 5	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
10000	3	1 5	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
10500	3	1 5	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
11000	3	1 5	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
11500	3	1 7	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
12000	3	1 7	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

Dari tabel di atas dapat dipahami atau diketahui besarnya angka mapping pada setiap besarnya bukaan TPS dan putaran mesin. Angka 0 menunjukkan 2,8 ms, setiap penambahan 1 angka maka bertambah 0,04 ms.

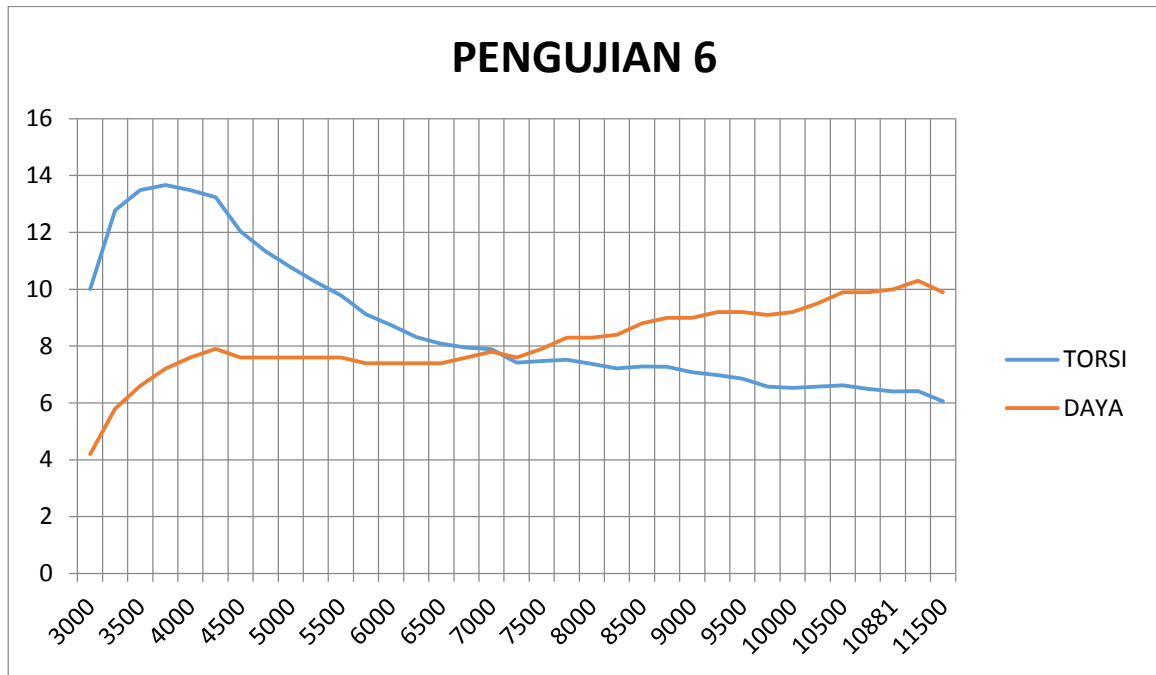
Tabel 19. timing pengapian normal yang telah disesuaikan

Rpm / Tps	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	10 0%
1000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2500	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3000	1 0	1 0	11	11	13	13	13	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10
3500	1 3	1 5	16	18	18	18	18	18	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
4000	1 5	2 2	24	24	24	25	25	25	25	25	24	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19
4500	1 5	2 7	27	27	27	28	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	20
5000	1 5	2 7	28	29	29	29	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	21
5500	1 5	2 8	28	29	30	30	28	29	29	28	28	27	27	26	26	26	25	25	24	24	21
6000	1 5	2 8	28	29	30	30	28	29	30	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	25	24
6500	1 5	2 8	29	30	30	30	30	30	30	29	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	24
7000	1 5	2 9	29	30	30	30	30	30	30	30	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	25
7500	1 5	2 9	29	30	30	31	30	30	30	30	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	26
8000	1 5	3 0	30	30	31	31	30	30	30	31	29	29	28	28	28	28	28	27	28	27	27
8500	1 5	3 0	30	30	31	31	30	31	30	31	30	29	28	29	28	28	28	28	28	28	28
9000	1 5	3 0	30	30	31	31	30	31	31	31	30	29	29	29	29	28	29	28	28	28	28
9500	1 5	2 9	30	30	31	31	31	31	31	31	30	30	29	29	29	29	29	29	29	29	27
1000 0	1 5	2 9	29	30	31	30	31	31	31	30	30	30	29	30	29	29	29	29	29	29	26
1050 0	1 5	2 8	29	29	30	30	31	30	31	30	29	30	30	30	30	29	30	30	29	30	25
1100 0	1 5	2 8	29	29	30	30	31	30	30	30	29	28	30	29	30	30	28	28	28	25	24
1150 0	1 5	2 8	28	29	29	30	30	29	30	29	29	28	28	28	27	27	27	27	25	25	24
1200 0	1 5	1 8	28	28	29	29	30	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	24	23
1250 0	1 5	1 8	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23
1300 0	1 5	1 8	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23	23

Dari hasil pengujian 6 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 20. Hasil pengujian 6

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	10,01	4,2	0,78	13,4
3250	12,78	5,8	1,00	13,4
3500	13,49	6,6	1,18	13,4
3750	13,67	7,2	1,38	13,4
4000	13,49	7,6	1,58	13,2
4250	13,24	7,9	1,78	13,2
4500	12,03	7,6	2,02	13,2
4750	11,34	7,6	2,26	13,2
5000	10,77	7,6	2,50	13,5
5250	10,26	7,6	2,76	13,5
5500	9,78	7,6	3,04	13,5
5750	9,12	7,4	3,34	13,5
6000	8,74	7,4	3,64	13,4
6250	8,32	7,4	3,96	13,4
6500	8,08	7,4	4,30	13,4
6750	7,95	7,6	4,64	13,4
7000	7,89	7,8	4,98	13,5
7250	7,42	7,6	5,32	13,5
7500	7,47	7,9	5,70	13,5
7750	7,52	8,3	6,06	13,5
8000	7,37	8,3	6,40	13,3
8250	7,21	8,4	6,78	13,3
8500	7,28	8,8	7,14	13,3
8750	7,27	9,0	7,52	13,3
9000	7,08	9,0	7,88	13,5
9250	6,98	9,2	8,28	13,5
9500	6,85	9,2	8,66	13,5
9750	6,57	9,1	9,10	13,5
10000	6,53	9,2	9,50	13,5
10250	6,57	9,5	9,92	13,5
10500	6,62	9,9	10,34	13,5
10750	6,49	9,9	10,76	13,5
10881	6,40	10,0	11,18	13,5
11000	6,42	10,3	11,60	13,5
11500	6,06	9,9	12,06	13,5



Gambar 34. Grafik pengujian 6

Hasil pengujian7

Pengujian sampel 7 di lakukan pada tanggal 23 Januari 2017. Pengujian dynotest 7 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015 yang telah di lakukan modifikasi pada mekanisme mesinnya. Dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. Perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. Kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan

,mulai dari mapping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Yang dapat di atur tiap pembukaan throttle kelipatan 5% dan per rpm kelipatan 250 rpm .sehingga dapat secara detail pemrogramannya. Jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 28 mm. Sebelum melakukan pengujian ke 7 telah di lakukan terlebihdahulu pemrograman pada pengapian dan perubahan pada mapping durasi injeksi.Perubahan dilakukan pada mapping durasi injeksi yang lebih diperpendek pembukaan injektornya dibandingkan dengan pengujian ke 5. Spesifikasi sampel pengujian 7 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 21. Spesifikasi sampel pengujian 7

Spesifikasi	Sampel 7
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	119,3 cc
Diameter piston	51,25 mm
Langkah piston	57,9 mm
Perbandingan kompresi	12,7 : 1
Camshaft	Dimodifikasi
Diameter throttle	28 mm
Saluran inlet	Dimodifikasi
Saluran outlet	Dimodifikasi
Elektronik Control Unit	BRT Juken 2
Durasi injeksi	Diperpendek
Timing pengapian	Disesuaikan

Tabel 22. Mapping durasi injeksi dipendek 3% dari normal

RPM /TPS	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
1000	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1500	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2000	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2500	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
3000	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
3500	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4000	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4500	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5000	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5500	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6000	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6500	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
7000	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
7500	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
8000	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
8500	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
9000	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
9500	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
10000	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
10500	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
11000	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
11500	-3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12000	-3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Dari tabel di atas dapat dipahami atau diketahui besarnya angka mapping pada setiap besarnya bukaan TPS dan putaran mesin. Angka 0 menunjukkan 2,8 ms, setiap penambahan 1 angka maka bertambah 0,04 ms.

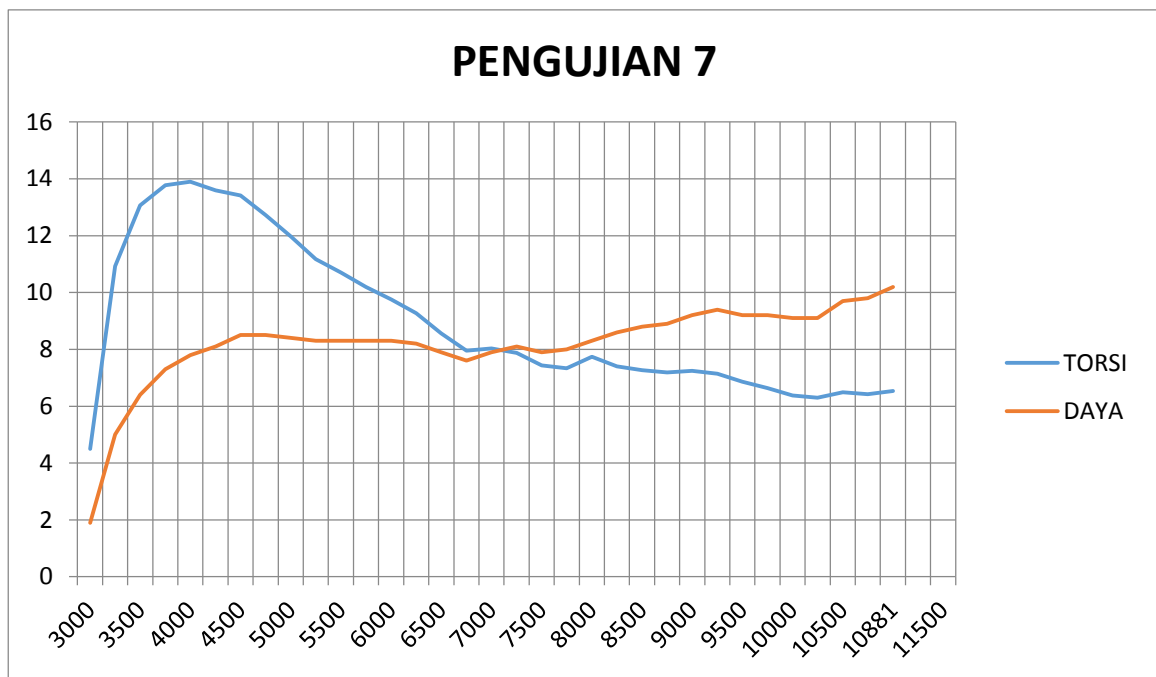
Tabel 23. timing pengapian normal yang telah disesuaikan

Rpm / Tps	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	10 0%
1000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2500	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3000	1 0	1 0	11	11	13	13	13	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10
3500	1 3	1 5	16	18	18	18	18	18	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
4000	1 5	2 2	24	24	24	25	25	25	25	25	24	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19
4500	1 5	2 7	27	27	27	28	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	20
5000	1 5	2 7	28	29	29	29	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	21
5500	1 5	2 8	28	29	30	30	28	29	29	28	28	27	27	26	26	26	25	25	24	24	21
6000	1 5	2 8	28	29	30	30	28	29	30	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	25	24
6500	1 5	2 8	29	30	30	30	30	30	30	29	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	24
7000	1 5	2 9	29	30	30	30	30	30	30	30	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	25
7500	1 5	2 9	29	30	30	31	30	30	30	30	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	26
8000	1 5	3 0	30	30	31	31	30	30	30	31	29	29	28	28	28	28	28	27	28	27	27
8500	1 5	3 0	30	30	31	31	30	31	30	31	30	29	28	29	28	28	28	28	28	28	28
9000	1 5	3 0	30	30	31	31	30	31	31	31	30	29	29	29	29	28	29	28	28	28	28
9500	1 5	2 9	30	30	31	31	31	31	31	31	30	30	29	29	29	29	29	29	29	29	27
1000 0	1 5	2 9	29	30	31	30	31	31	31	30	30	30	29	30	29	29	29	29	29	29	26
1050 0	1 5	2 8	29	29	30	30	31	30	31	30	29	30	30	30	30	29	30	30	29	30	25
1100 0	1 5	2 8	29	29	30	30	31	30	30	30	29	28	30	29	30	30	28	28	28	25	24
1150 0	1 5	2 8	28	29	29	30	30	29	30	29	29	28	28	28	27	27	27	27	25	25	24
1200 0	1 5	1 8	28	28	29	29	30	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	24	23
1250 0	1 5	1 8	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23
1300 0	1 5	1 8	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23	23

Dari hasil pengujian 7 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 24. Hasil pengujian 7

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	4,50	1,9	0,56	14,3
3250	10,93	5,0	0,76	14,3
3500	13,07	6,4	0,96	14,3
3750	13,78	7,3	1,14	14,3
4000	13,90	7,8	1,32	14,2
4250	13,60	8,1	1,50	14,2
4500	13,42	8,5	1,70	14,2
4750	12,73	8,5	1,90	14,2
5000	11,97	8,4	2,10	14,3
5250	11,17	8,3	2,34	14,3
5500	10,70	8,3	2,58	14,3
5750	10,20	8,3	2,82	14,3
6000	9,76	8,3	3,08	14,4
6250	9,27	8,2	3,36	14,4
6500	8,56	7,9	3,66	14,4
6750	7,95	7,6	3,98	14,4
7000	8,03	7,9	4,28	14,3
7250	7,87	8,1	4,60	14,3
7500	7,44	7,9	4,94	14,3
7750	7,33	8,0	5,28	14,3
8000	7,74	8,3	5,64	14,1
8250	7,40	8,6	5,98	14,1
8500	7,27	8,8	6,32	14,1
8750	7,19	8,9	6,66	14,1
9000	7,25	9,2	7,02	14,2
9250	7,14	9,4	7,38	14,2
9500	6,86	9,2	7,74	14,2
9750	6,64	9,2	8,12	14,2
10000	6,38	9,1	8,54	14,3
10250	6,30	9,1	8,94	14,3
10500	6,49	9,7	9,34	14,3
10750	6,42	9,8	9,72	14,3
10881	6,54	10,2	10,12	14,3



Gambar 35. Grafik pengujian 7

Hasil pengujian 8

Pengujian sampel 8 di lakukan pada tanggal 23 Januari 2017. Pengujian dynotest 8 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015 yang telah di lakukan modifikasi pada mekanisme mesinnya. Dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. Perbandingan kompresi 12,7 : 1 dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. Kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan ,mulai dari maping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Yang dapat di

atur tiap pembukaan throttle kelipatan 5% dan per rpm kelipatan 250 rpm .sehingga dapat secara detail pemrogramannya. Jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 28 mm. Sebelum melakukan pengujian ke 8 telah di lakukan terlebihdahulu pemrograman pada pengapian dan perubahan pada mapping durasi injeksi.Perubahan dilakukan pada timing pengapian yang lebih dimajukan pengapiannya dibandingkan dengan pengujian ke 5.Spesifikasi sampel pengujian 8 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 25. Spesifikasi sampel pengujian 8

Spesifikasi	Sampel 8
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	119,3 cc
Diameter piston	51,25 mm
Langkah piston	57,9 mm
Perbandingan kompresi	12,7 : 1
Camshaft	Dimodifikasi
Diameter throttle	28 mm
Saluran inlet	Dimodifikasi
Saluran outlet	Dimodifikasi
Elektronik Control Unit	BRT Juken 2
Durasi injeksi	Disesuaikan
Timing pengapian	Dimajukan

Tabel 26. Mapping durasi injeksi normal yang telah disesuaikan

RP M/T PS	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
1000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3500	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11500	0	1 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
12000	0	1 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Dari tabel di atas dapat dipahami atau diketahui besarnya angka mapping pada setiap besarnya bukaan TPS dan putaran mesin. Angka 0 menunjukkan 2,8 ms, setiap penambahan 1 angka maka bertambah 0,04 ms.

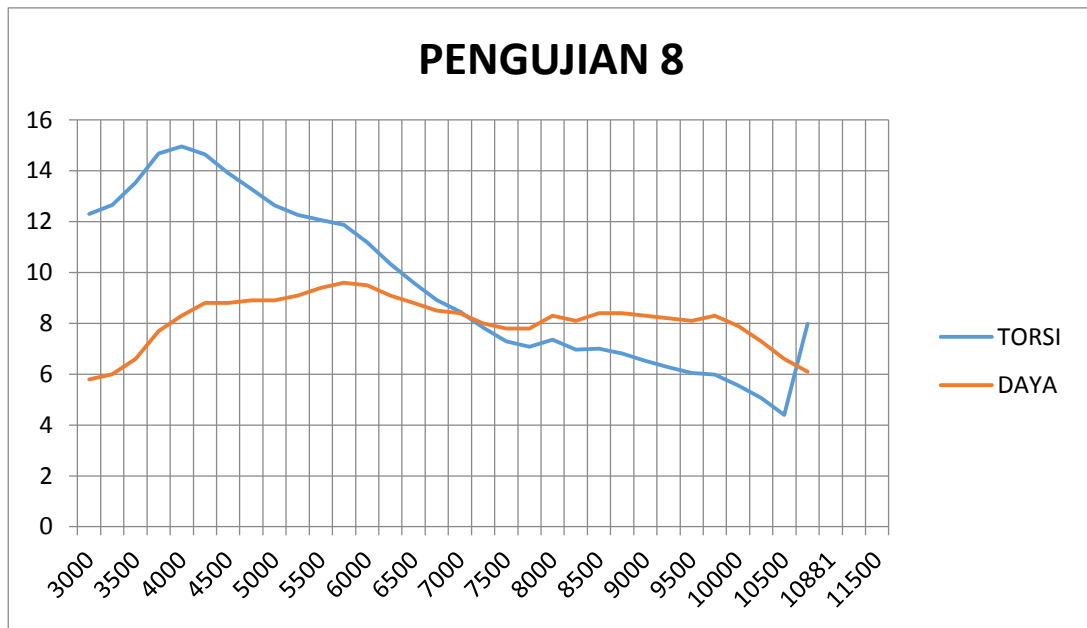
Tabel 27. timing pengapian dimajukan 3° dari normal

Rpm/ Tps	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	10 0%
1000	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1500	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2000	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2500	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
3000	1 3	1 3	14	14	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	14	14	13	13	13	13	13
3500	1 6	1 8	19	21	21	21	21	21	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19	18	18	18
4000	1 8	2 5	27	27	27	28	28	28	28	28	27	27	26	26	25	24	24	23	23	22	22
4500	1 8	3 0	30	30	30	31	31	32	32	31	31	30	30	29	29	28	28	27	27	26	23
5000	1 8	3 0	31	32	32	32	31	32	32	31	31	30	30	29	29	28	28	27	27	26	24
5500	1 8	3 1	31	32	33	33	31	32	32	31	31	30	30	29	29	29	28	28	27	27	24
6000	1 8	3 1	31	32	33	33	31	32	33	32	31	30	30	30	30	29	29	28	28	28	27
6500	1 8	3 1	32	33	33	33	33	33	33	32	32	31	30	30	30	30	29	29	28	28	27
7000	1 8	3 2	32	33	33	33	33	33	33	33	32	31	31	31	30	30	30	29	29	29	28
7500	1 8	3 2	32	33	33	34	33	33	33	33	32	31	31	31	31	31	30	30	30	30	29
8000	1 8	3 3	33	33	34	34	33	33	33	34	32	32	31	31	31	31	31	30	31	30	30
8500	1 8	3 3	33	33	34	34	33	34	33	34	33	32	31	32	31	31	31	31	31	31	31
9000	1 8	3 3	33	33	34	34	33	34	34	34	33	32	32	32	32	31	32	31	31	31	31
9500	1 8	3 2	33	33	34	34	34	34	34	34	33	33	32	32	32	32	32	32	32	32	30
1000 0	1 8	3 2	32	33	34	33	34	34	34	33	33	33	32	33	32	32	32	32	32	32	29
1050 0	1 8	3 1	32	32	33	33	34	33	34	33	32	33	33	33	33	32	33	33	32	33	28
1100 0	1 8	3 1	32	32	33	33	34	33	33	33	32	31	33	32	33	33	31	31	31	28	27
1150 0	1 8	3 1	31	32	32	33	33	32	33	32	32	31	31	31	30	30	30	30	28	28	27
1200 0	1 8	2 1	31	31	32	32	33	32	32	32	31	31	31	31	30	30	30	30	30	27	26
1250 0	1 8	2 1	25	27	27	28	29	29	30	30	31	31	31	30	30	30	29	29	29	27	26
1300 0	1 8	2 1	25	27	27	28	29	29	30	30	31	31	30	30	30	29	29	29	27	26	26

Dari hasil pengujian 8 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 28. Hasil pengujian 8

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	12,31	5,8	0,52	14,0
3250	12,66	6,0	0,54	14,0
3500	13,54	6,6	0,60	14,0
3750	14,68	7,7	0,74	14,0
4000	14,96	8,3	0,86	14,1
4250	14,64	8,8	1,02	14,1
4500	13,92	8,8	1,16	14,1
4750	13,29	8,9	1,32	14,1
5000	12,64	8,9	1,48	14,3
5250	12,27	9,1	1,64	14,3
5500	12,07	9,4	1,82	14,3
5750	11,88	9,6	1,98	14,3
6000	11,18	9,5	2,18	14,2
6250	10,34	9,1	2,38	14,2
6500	9,60	8,8	2,58	14,2
6750	8,92	8,5	2,82	14,2
7000	8,47	8,4	3,06	14,1
7250	7,84	8,0	3,32	14,1
7500	7,30	7,8	3,60	14,1
7750	7,08	7,8	3,88	14,1
8000	7,36	8,3	4,14	13,9
8250	6,97	8,1	4,44	13,9
8500	7,00	8,4	4,72	13,9
8750	6,82	8,4	5,02	13,9
9000	6,53	8,3	5,32	14,1
9250	6,27	8,2	5,64	14,1
9500	6,05	8,1	5,98	14,1
9750	5,99	8,3	6,32	14,1
10000	5,56	7,9	6,70	14,0
10250	5,06	7,3	7,12	14,0
10500	4,40	6,6	7,58	14,0
10750	7,98	6,1	8,08	14,0



Gambar 36. Grafik pengujian 8

Hasil pengujian 9

Pengujian sampel 9 di lakukan pada tanggal 23 Januari 2017. Pengujian dynotest 9 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015 yang telah di lakukan modifikasi pada mekanisme mesinnya. Dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. Perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. Kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan ,mulai dari maping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Yang dapat di atur tiap pembukaan throttle kelipatan 5% dan per rpm kelipatan 250 rpm .sehingga

dapat secara detail pemrogramannya. Jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 28 mm. Sebelum melakukan pengujian ke 9 telah dilakukan terlebihdahulu pemrograman pada pengapian dan perubahan pada maping durasi injeksi.Perubahan dilakukan pada timing pengapian yang lebih dimundurkan pengapiannya dibandingkan dengan pengujian ke-5.Spesifikasi sampel pengujian 9 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 29. Spesifikasi sampel pengujian 9

Spesifikasi	Sampel 9
Mesin	Honda Vario
Kapasitas mesin	119,3 cc
Diameter piston	51,25 mm
Langkah piston	57,9 mm
Perbandingan kompresi	12,7 : 1
Camshaft	Dimodifikasi
Diameter throttle	28 mm
Saluran inlet	Dimodifikasi
Saluran outlet	Dimodifikasi
Elektronik Control Unit	BRT Juken 2
Durasi injeksi	Disesuaikan
Timing pengapian	Dimundurkan

Tabel 30. Mapping durasi injeksi normal yang telah disesuaikan

RP M/T PS	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
1000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3500	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7500	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8000	0	1 2	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10500	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11000	0	1 2	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11500	0	1 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
12000	0	1 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Dari tabel di atas dapat dipahami atau diketahui besarnya angka mapping pada setiap besarnya bukaan TPS dan putaran mesin. Angka 0 menunjukkan 2,8 ms, setiap penambahan 1 angka maka bertambah 0,04 ms.

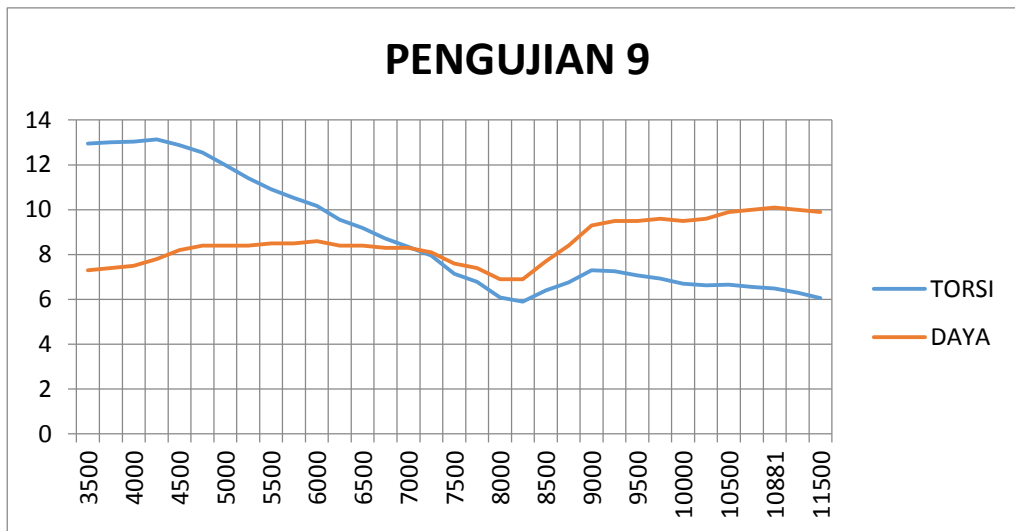
Tabel 31. Timing pengapian dimundurkan 3° dari normal

Rpm/ Tps	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	10 0%
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3000	7	7	8	8	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7
3500	10	1 2	13	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12
4000	12	1 9	21	21	21	22	22	22	22	22	21	21	20	20	19	18	18	17	17	16	16
4500	12	2 4	24	24	24	25	25	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	21	20	17
5000	12	2 4	25	26	26	26	25	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	21	20	18
5500	12	2 5	25	26	27	27	25	26	26	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21	18
6000	12	2 5	25	26	27	27	25	26	27	26	25	24	24	24	24	23	23	22	22	22	21
6500	12	2 5	26	27	27	27	27	27	27	26	26	25	24	24	24	24	23	23	22	22	21
7000	12	2 6	26	27	27	27	27	27	27	27	26	25	25	25	24	24	24	23	23	23	22
7500	12	2 6	26	27	27	28	27	27	27	27	26	25	25	25	25	25	24	24	24	24	23
8000	12	2 7	27	27	28	28	27	27	27	28	26	26	25	25	25	25	25	24	25	24	24
8500	12	2 7	27	27	28	28	27	28	27	28	27	26	25	26	25	25	25	25	25	25	25
9000	12	2 7	27	27	28	28	27	28	28	28	27	26	26	26	26	25	26	25	25	25	25
9500	12	2 6	27	27	28	28	28	28	28	28	27	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24
1000 0	12	2 6	26	27	28	27	28	28	28	27	27	27	26	27	26	26	26	26	26	26	23
1050 0	12	2 5	26	26	27	27	28	27	28	27	26	27	27	27	27	26	27	27	26	27	22
1100 0	12	2 5	26	26	27	27	28	27	27	27	26	25	27	26	27	27	25	25	25	22	21
1150 0	12	2 5	25	26	26	27	27	26	27	26	26	25	25	25	24	24	24	24	22	22	21
1200 0	12	1 5	25	25	26	26	27	26	26	26	25	25	25	25	24	24	24	24	24	21	20
1250 0	12	1 5	19	21	21	22	23	23	24	24	25	25	25	24	24	24	23	23	23	21	20
1300 0	12	1 5	19	21	21	22	23	23	24	24	25	25	24	24	24	23	23	23	21	20	20

Dari hasil pengujian 9 ini didapatkan torsi dan daya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 32. Hasil pengujian 9

RPM	TORSI	DAYA	WAKTU	AFR
3000	-	-	-	
3250	-	-	-	
3500	12,95	7,3	0,52	13,4
3750	13,00	7,4	0,54	13,4
4000	13,04	7,5	0,56	13,3
4250	13,13	7,8	0,66	13,3
4500	12,88	8,2	0,82	13,3
4750	12,55	8,4	0,98	13,3
5000	11,99	8,4	1,16	13,5
5250	11,41	8,4	1,34	13,5
5500	10,91	8,5	1,54	13,5
5750	10,52	8,5	1,74	13,5
6000	10,17	8,6	1,94	13,6
6250	9,56	8,4	2,16	13,6
6500	9,18	8,4	2,38	13,6
6750	8,71	8,3	2,62	13,6
7000	8,34	8,3	2,88	13,4
7250	7,95	8,1	3,14	13,4
7500	7,14	7,6	3,44	13,4
7750	6,79	7,4	3,74	13,4
8000	6,08	6,9	4,08	13,3
8250	5,90	6,9	4,42	13,3
8500	6,40	7,7	4,74	13,3
8750	6,76	8,4	5,06	13,3
9000	7,30	9,3	5,34	13,4
9250	7,26	9,5	5,62	13,4
9500	7,07	9,5	5,90	13,4
9750	6,93	9,6	6,22	13,4
10000	6,70	9,5	6,52	13,4
10250	6,63	9,6	6,82	13,4
10500	6,66	9,9	7,14	13,4
10750	6,56	10,0	7,44	13,4
10881	6,49	10,1	7,76	13,4
11000	6,30	10,0	8,10	13,4
11500	6,05	9,9	8,44	13,4



Gambar 37. Grafik pengujian 9

C. Pembahasan

1. Pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian menggunakan *ECU programmable* juken 2 Yamaha vixion terhadap torsi mesin.

Berikut ini adalah tabel perbandingan pengujian daya dari pengujian satu sampai dengan sembilan .

Tabel 33. Perbandingan torsi mesin setiap pengujian

RPM	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Pengujian 4		Pengujian 5	
	Torsi	Waktu	Torsi	Waktu	Torsi	Waktu	Torsi	Waktu	Torsi	Waktu
3000	10,28	0,54	9,26	1,04	9,57	1,10	-	-	8,98	0,52
3250	11,99	0,74	9,67	1,32	10,25	1,36	10,36	0,52	10,60	0,60
3500	12,50	0,94	9,37	1,60	9,74	1,66	12,31	0,62	13,13	0,78
3750	12,18	1,16	9,21	1,90	8,71	1,96	13,35	0,80	14,26	0,94
4000	11,27	1,40	8,49	2,22	8,31	2,30	13,97	0,96	14,56	1,10
4250	10,40	1,66	7,72	2,58	7,91	2,64	13,86	1,12	14,30	1,28
4500	9,72	1,94	7,09	2,96	9,39	2,92	13,30	1,28	13,85	1,46
4750	9,11	2,24	6,67	3,38	8,91	3,24	12,78	1,46	13,39	1,64
5000	8,77	2,54	6,36	3,82	7,31	3,60	12,73	1,66	13,41	1,82
5250	8,35	2,84	6,16	4,26	7,73	3,96	11,78	1,84	12,62	2,02
5500	7,72	3,18	8,35	4,58	7,28	4,34	11,24	2,06	11,67	2,24
5750	7,21	3,54	8,59	4,90	6,96	4,72	10,75	2,28	11,10	2,46
6000	7,40	3,92	7,30	5,26	6,65	5,14	10,11	2,50	10,48	2,70
6250	7,55	4,26	5,43	5,78	6,22	5,58	9,62	2,74	10,10	2,94
6500	7,53	4,62	5,25	6,30	5,67	6,08	9,12	3,00	9,60	3,20
6750	7,49	4,96	4,78	6,86	6,22	6,52	8,56	3,24	9,06	3,46
7000	7,57	5,32	4,89	7,42	7,09	6,90	7,91	3,54	8,26	3,76
7250	7,81	5,64	4,93	7,98	7,49	7,26	7,24	3,86	7,93	4,06
7500	7,66	6,00	4,88	8,54	7,66	7,62	6,46	4,20	7,66	4,38
7750	7,37	6,36	4,90	9,10	7,34	8,00	5,91	4,60	7,43	4,72
8000	7,39	6,70	4,82	9,66	6,96	8,40	5,06	5,06	7,35	5,04
8250	7,49	7,06	4,57	10,26	6,59	8,80	5,27	5,48	7,40	5,38
8500	7,61	7,40	4,17	10,92	6,14	9,26	5,66	5,88	7,41	5,70
8750	7,40	7,76	3,46	11,72	5,39	9,78	7,04	6,20	7,26	6,04
9000	7,29	8,12	4,10	12,40	4,46	10,40	7,61	6,50	7,28	6,36
9250	7,14	8,50	4,39	13,00	3,57	11,18	7,53	6,80	7,16	6,70
9500	6,83	8,88					7,09	7,12	6,89	7,06
9750	6,62	9,28					6,80	7,44	6,59	7,44
10000	6,56	9,68					6,51	7,80	6,58	7,80
10250	6,52	10,10							6,52	8,20
10500									6,48	8,56
10750									6,51	8,94
10881									6,55	9,14
11000									6,37	9,32
MAKS	12,50		9,67		10,25		13,97		14,56	

Lanjutan Tabel 33.

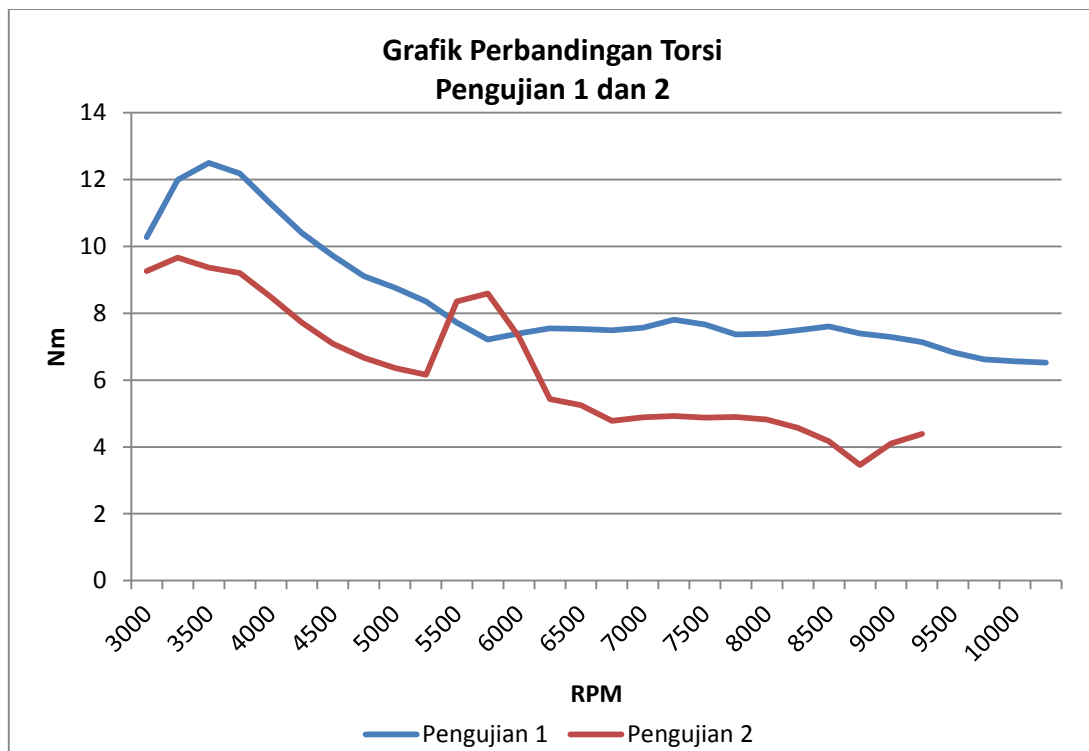
RPM	Pengujian 6		Pengujian 7		Pengujian 8		Pengujian 9	
	Torsi	Waktu	Torsi	Waktu	Torsi	Waktu	Torsi	Waktu
3000	10,01	0,78	4,50	0,56	12,31	0,52	-	-
3250	12,78	1,00	10,93	0,76	12,66	0,54	-	-
3500	13,49	1,18	13,07	0,96	13,54	0,60	12,95	0,52
3750	13,67	1,38	13,78	1,14	14,68	0,74	13,00	0,54
4000	13,49	1,58	13,90	1,32	14,96	0,86	13,04	0,56
4250	13,24	1,78	13,60	1,50	14,64	1,02	13,13	0,66
4500	12,03	2,02	13,42	1,70	13,92	1,16	12,88	0,82
4750	11,34	2,26	12,73	1,90	13,29	1,32	12,55	0,98
5000	10,77	2,50	11,97	2,10	12,64	1,48	11,99	1,16
5250	10,26	2,76	11,17	2,34	12,27	1,64	11,41	1,34
5500	9,78	3,04	10,70	2,58	12,07	1,82	10,91	1,54
5750	9,12	3,34	10,20	2,82	11,88	1,98	10,52	1,74
6000	8,74	3,64	9,76	3,08	11,18	2,18	10,17	1,94
6250	8,32	3,96	9,27	3,36	10,34	2,38	9,56	2,16
6500	8,08	4,30	8,56	3,66	9,60	2,58	9,18	2,38
6750	7,95	4,64	7,95	3,98	8,92	2,82	8,71	2,62
7000	7,89	4,98	8,03	4,28	8,47	3,06	8,34	2,88
7250	7,42	5,32	7,87	4,60	7,84	3,32	7,95	3,14
7500	7,47	5,70	7,44	4,94	7,30	3,60	7,14	3,44
7750	7,52	6,06	7,33	5,28	7,08	3,88	6,79	3,74
8000	7,37	6,40	7,74	5,64	7,36	4,14	6,08	4,08
8250	7,21	6,78	7,40	5,98	6,97	4,44	5,90	4,42
8500	7,28	7,14	7,27	6,32	7,00	4,72	6,40	4,74
8750	7,27	7,52	7,19	6,66	6,82	5,02	6,76	5,06
9000	7,08	7,88	7,25	7,02	6,53	5,32	7,30	5,34
9250	6,98	8,28	7,14	7,38	6,27	5,64	7,26	5,62
9500	6,85	8,66	6,86	7,74	6,05	5,98	7,07	5,90
9750	6,57	9,10	6,64	8,12	5,99	6,32	6,93	6,22
10000	6,53	9,50	6,38	8,54	5,56	6,70	6,70	6,52
10250	6,57	9,92	6,30	8,94	5,06	7,12	6,63	6,82
10500	6,62	10,34	6,49	9,34	4,40	7,58	6,66	7,14
10750	6,49	10,76	6,42	9,72	7,98	8,08	6,56	7,44
11000	6,40	11,18	6,54	10,12			6,49	7,76
11250	6,42	11,60					6,30	8,10
11500	6,06	12,06					6,05	8,44
MAKS	13,67		13,90		14,96		13,13	

Tabel 34. Pengukuran AFR pada setiap pengujian

RPM	Air Fuel Ratio								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2000	14,4	17,8	12,4	17,9	13,6	13,1	14,0	13,8	13,2
3000	14,7	17,7	12,6	18,1	13,8	13,4	14,3	14,0	13,4
4000	14,6	17,9	12,4	17,9	13,7	13,2	14,2	14,1	13,3
5000	14,8	18,7	12,8	17,8	13,9	13,5	14,3	14,3	13,5
6000	14,9	17,3	12,5	17,8	13,9	13,4	14,4	14,2	13,6
7000	14,9	18,5	12,6	17,1	13,8	13,5	14,3	14,1	13,4
8000	14,8	18,2	12,7	17,2	13,7	13,3	14,1	13,9	13,3
9000	15,0	17,9	12,9	17,6	13,8	13,5	14,2	14,1	13,4
10000	15,2	17,4	12,9	17,7	13,9	13,5	14,3	14,0	13,4
Rata-rata									

Tabel 35. Timing injeksi pada putaran idle dan maksimal

	ECU standar	ECU Juken
Timing saat idle	14°	15°
Timing maksimal	35°	43°



Gambar 38. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 1 dan 2

Pengujian dynotest 1 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 standar keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015.dengan spesifikasi mesin 124,8cc berdiameter piston 52,4 mm dan langkah 57,9 mm. perbandingan kompresi 11,0 : 1 .tanpa ada perubahan camshaft maupun saluran inlet dan outlet mesin. kelistrikan menggunakan sistem kontrol elektronik fuel injection dengan ECU shindengen bawaan motor yang tidak dapat di program secara keseluruhan.jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 22 mm. Hasil pengujian menunjukkan torsi maksimal yang diperoleh mesin sebesar 12,5 Nm pada 3500 rpm. Pada putaran 5750 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 7,21 Nm kemudian naik menjadi 7,81 pada putaran 7250 rpm kemudian turun lagi.

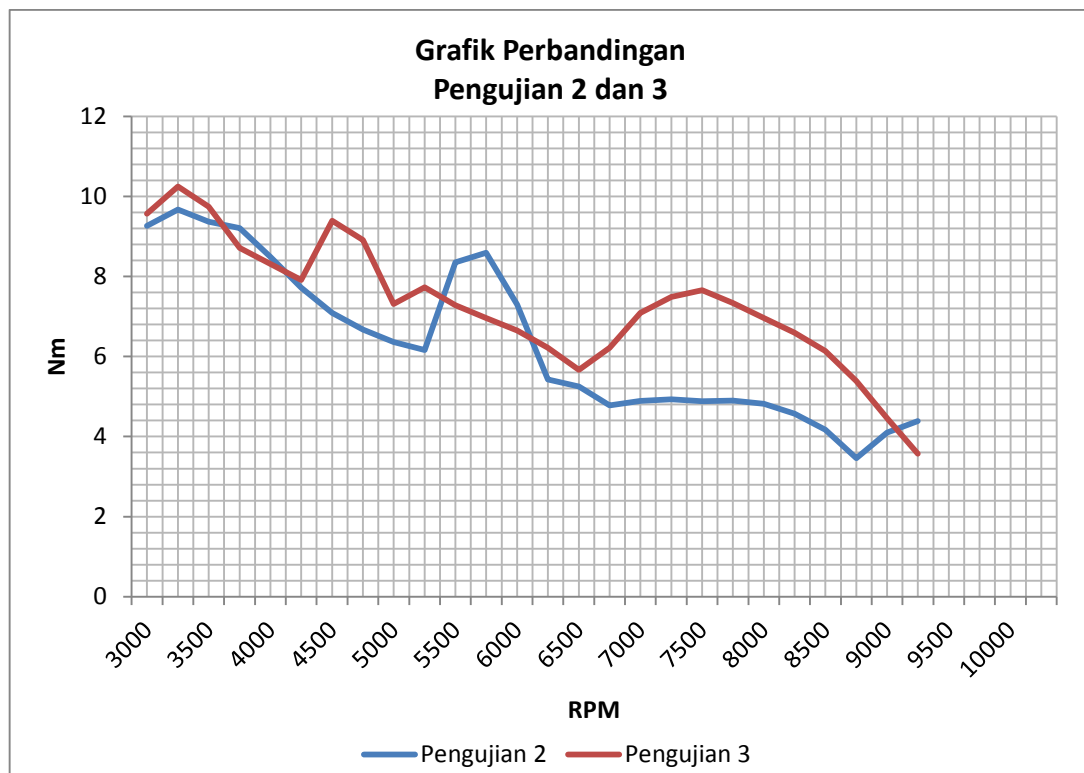
Pada pengujian 2 dilakukan modifikasi pada mesin dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU shindengen bawaan motor yang tidak dapat di program secara keseluruhan.jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 22 mm. Diperoleh torsi tertinggi sebesar 9,67 Nm pada putaran 3250 rpm. Dilihat pada putaran 5250 rpm diperoleh torsi 6,16 Nm kemudian naik menjadi 8,59 Nm pada putaran 5750 rpm dan turun menjadi 3,46 Nm pada putaran 8750 rpm kemudian naik menjadi 4,39

Nm pada putaran 9250 Nm. Hal ini menunjukkan bahwa performa mesin tidak stabil, saat diakselerasi putaran mesin seperti mengayun naik-turun.

Pada pengujian 2 hasil yang diperoleh turun dari hasil pengujian 1. Perubahan yang dilakukan pada pengujian 2 yaitu perubahan mekanisme mesin tanpa melakukan perubahan sistem kontrol elektronik. Hal ini mengakibatkan penurunan performa mesin yang cukup drastis. Dikarenakan kebutuhan bahan bakar dan timing pengapian tidak sesuai dengan karakteristik mekanisme mesin. Sehingga perlu dilakukan perubahan pada pemasukan kebutuhan bahan bakar maupun kesesuaian timing pengapian.

Dilihat pada tabel bahwa pada pengujian 2, lambda yang dihasilkan sebesar 1,22. Atau bisa disimpulkan bahwa perbandingan bahan bakar dengan udara terlalu kurus. Bahan bakar yang diinjeksikan terlalu sedikit. Semakin sedikit bahan bakar yang diinjeksikan maka semakin menurun tenaga yang dihasilkan.

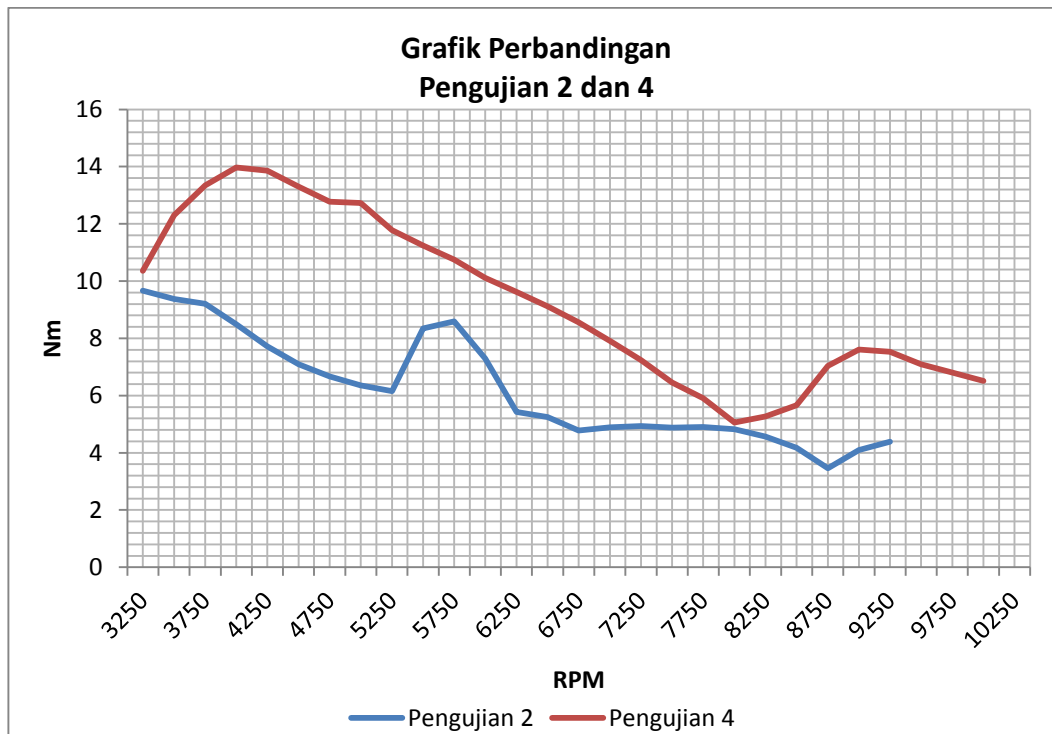
Timing pengapian pada pengujian 2 menunjukkan bahwa menggunakan ECU sehingga timing pengapiannya kurang maju. Hal ini ditunjukkan saat mesin diakselerasi, putaran mesin tidak kunjung naik. Setelah diukur timing pengapian maksimal menunjukkan 38° sebelum TMA. Hal ini tidak sesuai dengan kebutuhan pada mekanisme mesin setelah dimodifikasi. Apabila timing pengapian terlalu mundur maka tekanan pembakaran maksimum tercapai jauh setelah piston melewati TMA. Akibatnya gaya yang mendorong piston menuju TMB menjadi lebih kecil. Dan torsi yang dihasilkan juga rendah.



Gambar 39. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 2 dan 3

Selanjutnya pada pengujian 3 sistem kontrol elektronik diubah dari ECU shindengen bawaan motor diganti dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan, mulai dari mapping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Pada pengujian 3 dilakukan pemrograman pada pengapian tanpa melakukan perubahan pada mapping durasi injeksi. Diperoleh torsi tertinggi sebesar 10,25 Nm pada putaran mesin 3250 rpm. Dilihat pada grafik, peforma mesin saat akselerasi masih naik-turun. Dimana pada putaran 4250 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 7,91 Nm namun kemudian naik menjadi 9,39 Nm pada putaran 4500 rpm dan turun kembali hingga mencapai torsi sebesar 5,67 Nm pada putaran 6500 rpm, naik kembali pada 7500 rpm menjadi 7,66 Nm.

Pada pengujian 3, dilakukan perubahan mapping durasi injeksi. Sehingga terjadi perubahan lamda yang dihasilkan dengan rata-rata sebesar 0,93. Artinya bahan bakar yang diinjeksikan semakin banyak. Semakin banyak bahan bakar yang dihasilkan maka akan meningkatkan daya mesin. Namun pada pengujian 3 belum dilakukan perubahan mapping timing injeksi. Timing pengapian masih kurang maju atau terlalu mundur. Tekanan pembakaran maksimum yang dicapai jauh setelah piston melewati TMA. Sehingga torsi yang dihasilkan mesin kurang maksimal meskipun sudah ada peningkatan performa mesin secara keseluruhan.

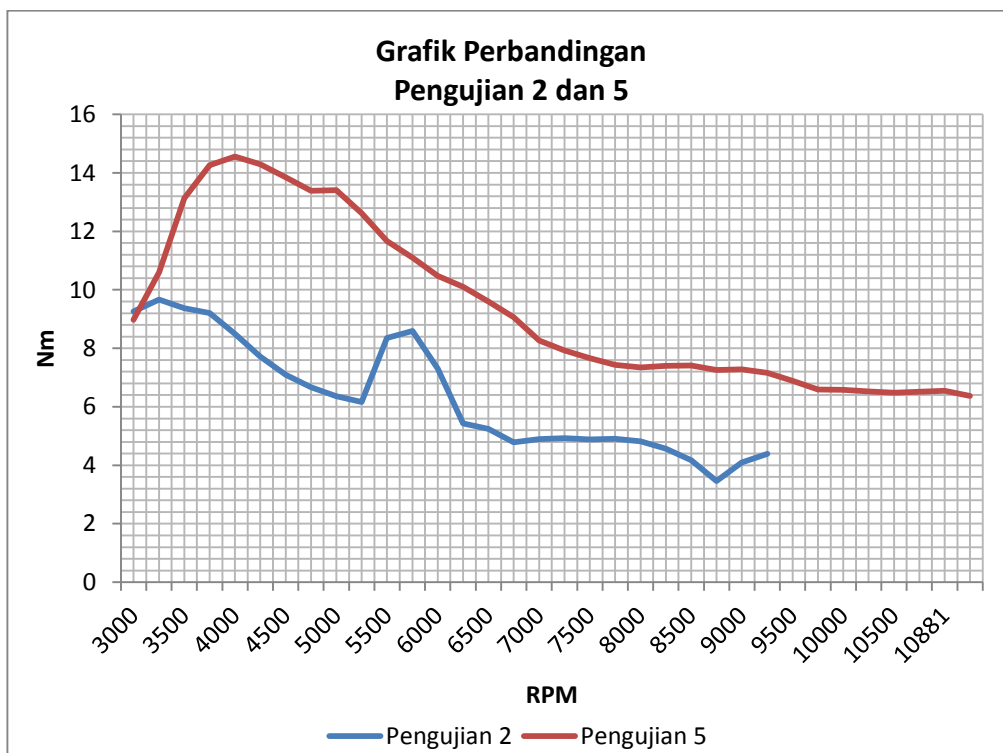


Gambar 40. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 2 dan 4

Pada pengujian 4, timing pengapian sudah diperbaiki namun mapping durasi injeksi masih seperti standar. Terjadi kenaikan performa yang sangat signifikan

dibandingkan dengan pengujian 2. Torsi maksimal sebesar 13,97 Nm pada 4000 rpm. Pada putaran 8000 rpm, torsi nya sebesar 5,06 Nm dan naik menjadi 7,61 Nm pada 9000 rpm. Grafik menunjukkan performa mesin sudah baik.

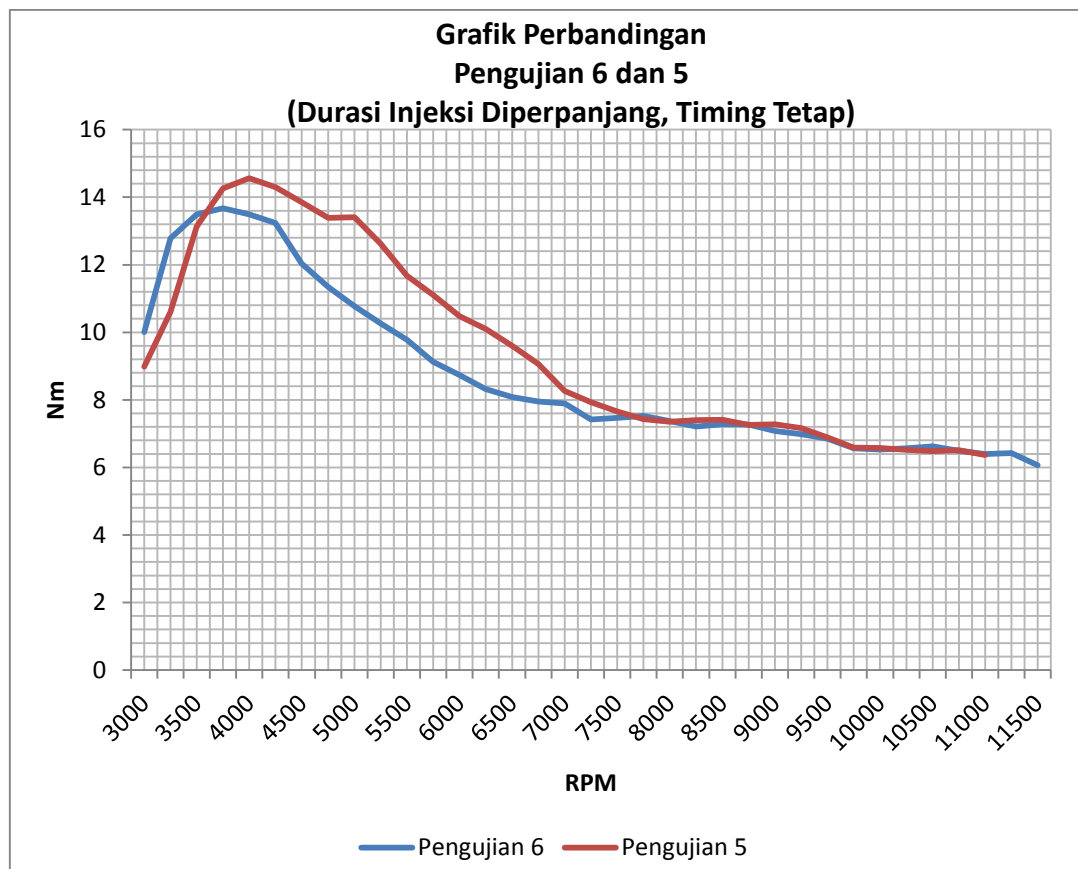
Timing pengapian yang tepat akan membuat performa mesin meningkat. Timing pengapian yang tepat akan menghasilkan tekanan pebakaran maksimum tercapai sekitar 5° - 10° setelah TMA. Tekanan ini menekan piston ke TMB dan menghasilkan torsi yang optimal.



Gambar 41. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 2 dan 5

Pada pengujian 5, mapping durasi injeksi dan timing pengapian sudah distel sesuai kebutuhan mesin. Hasilnya seperti terlihat pada grafik torsi yang dihasilkan sangat stabil. Torsi tertinggi sebesar 14,56 Nm pada putaran 4000 rpm. Torsi kemudian turun sejalan dengan putaran mesin yang semakin naik.

Apabila bahan bakar yang diinjeksikan sudah sesuai dengan kebutuhan mesin maka pembakaran akan terjadi dengan baik. Bahan bakar akan terbakar dengan seluruhnya apabila timing pengapian juga sudah tepat. Bahan bakar yang seluruhnya akan menghasilkan tekanan yang cukup besar untuk mendorong piston menuju TMB. Gaya yang dihasilkan tekanan piston semakin besar maka torsi yang dihasilkan pun juga naik.

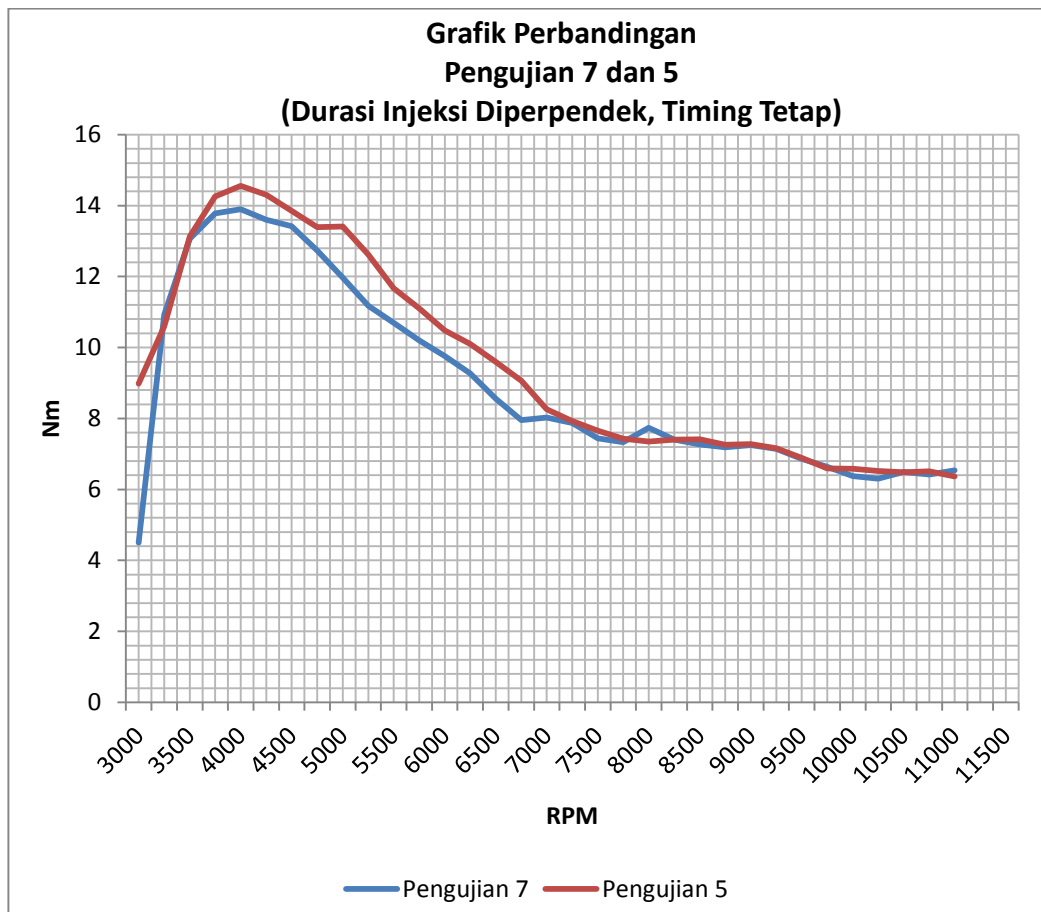


Gambar 42. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 6 dan 5

Pada pengujian 6, durasi injeksi diperpanjang sedangkan timing pengapian sesuai stelan pada pengujian 5. Hasilnya seperti terlihat pada grafik menunjukkan bahwa pada putaran rendah torsi yang dihasilkan lebih rendah dari pengujian 5. Torsi maksimum sebesar 13,67 Nm pada putaran 3750 rpm. Pada putaran 6500 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 8,08 Nm dan turun menjadi 6,40 Nm pada putaran 11000 rpm. Putaran masih bertambah 11500 rpm.

Durasi injeksi diperpanjang artinya bahan bakar yang diinjeksikan semakin banyak. Apabila bahan bakar yang diinjeksikan tidak sesuai dengan udara yang ada di

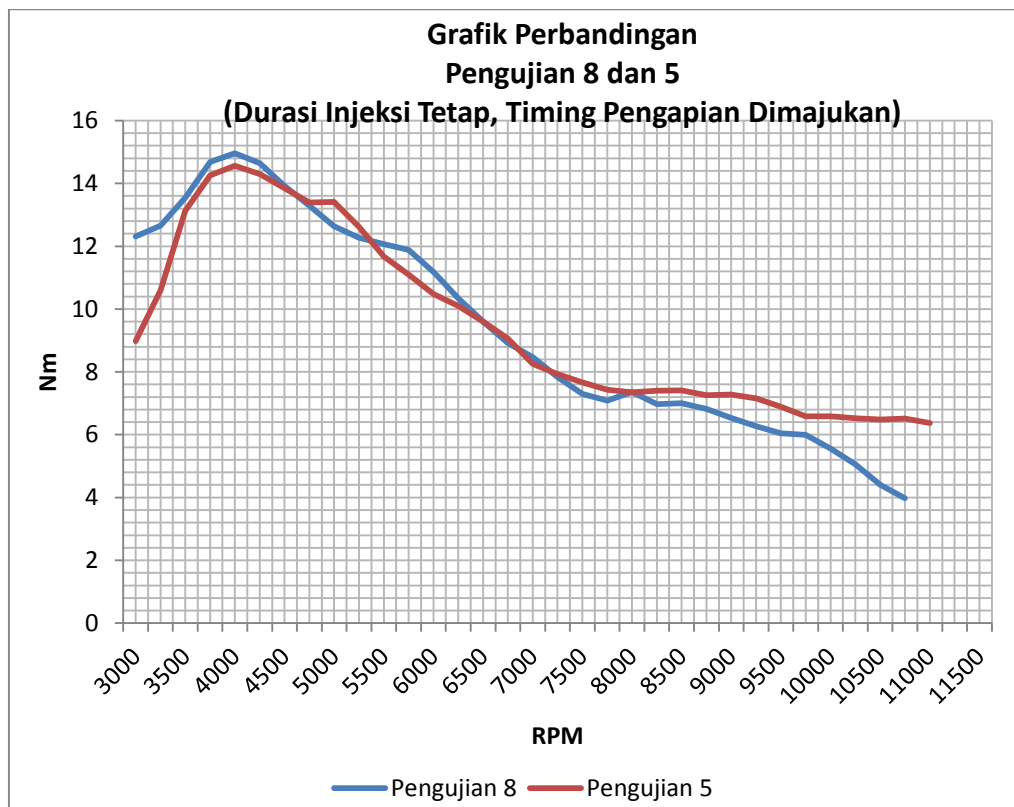
ruang bakar maka bahan bakar tidak mampu bereaksi secara seluruhnya dengan udara. Akibatnya bahan bakar yang tidak mampu bereaksi dengan udara tidak mampu terbakar dan menjadi arang. Arang ini akan menurunkan tekanan hasil pembakaran sehingga torsi yang dihasilkan tidak maksimum atau lebih rendah dari pengujian 5. Akan tetapi dengan bahan bakar yang semakin banyak ini, putaran mesin sanggup mencapai 11500 rpm.



Gambar 43. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 7 dan 5

Pada pengujian 7, durasi injeksi diperpendek dan timing sesuai dengan stelan pengujian 5. Hasilnya seperti terlihat pada grafik bahwa torsi maksimal yang dihasilkan sebesar 13,90 Nm pada putaran 4000 rpm, lebih rendah dari pengujian 5. Pada putaran 6500 rpm torsi yang dihasilkan 8,56 Nm dan pada putaran 10750 rpm torsi sebesar 6,42 Nm. Lebih rendah dari pengujian 5.

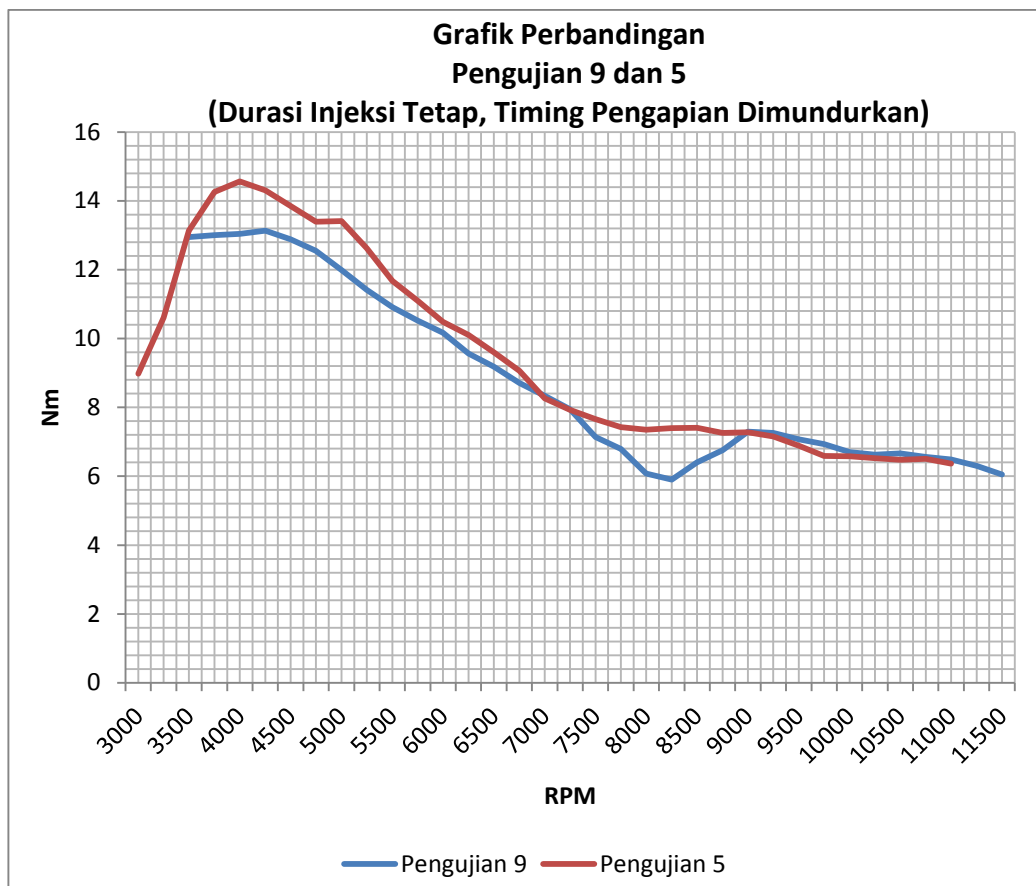
Durasi injeksi diperpendek artinya bahan bakar yang diinjeksikan lebih sedikit. Semakin sedikit bahan bakar yang terbakar pada mesin akan mengakibatkan tekanan hasil pembakaran menjadi menurun. Karenan tekanannya turun maka torsi yang dihasilkan mesin menjadi lebih rendah.



Gambar 44. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 8 dan 5

Pada pengujian 8, durasi injeksi sesuai dengan stelan pengujian 5 dan timing injeksi lebih maju dibandingkan stelan pengujian 5. Torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 14,96 Nm pada putaran 4000 rpm, pada putaran 7750 rpm torsi nya sebesar 7,08 Nm kemudian turun menjadi 3,98 Nm pada putaran 10750. Bila dibandingkan dengan pengujian 5, torsi maksimum yang dihasilkan lebih besar pada putaran rendah, akan tetapi pada putaran menengah-tinggi torsi yang dihasilkan lebih kecil.

Pada putaran rendah, apabila timing pengapian dimajukan maka akan mengakibatkan tekanan maksimum hasil pembakaran tercapai saat piston baru melewati TMA. Tekanan pembakaran yang besar ini mendorong piston ke TMB dengan kuat sehingga menghasilkan torsi mesin yang besar. Apabila putaran semakin naik maka timing pengapian pun juga akan semakin maju. Apabila timing pengapian yang terjadi di dalam mesin terlalu maju akan mengakibatkan tekanan maksimum hasil pembakaran tercapai sebelum piston melewati TMA. Gerakan piston yang akan melewati TMA terhambat oleh tekanan hasil pembakaran sehingga saat piston melewati TMA dan menuju TMB tekanan piston menjadi berkurang dan torsi mesin yang dihasilkan menjadi lebih rendah.



Gambar 45. Grafik Perbandingan Torsi Pengujian 9 dan 5

Pada pengujian 9, timing pengapian dimundurkan dari setelan pengujian 5 dan durasi injeksi sama dengan pengujian 5. Hasilnya torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 13,13 Nm pada putaran 4250 rpm, kemudian turun menjadi 6,40 Nm pada putaran 8500 rpm, dan pada putaran 11000 rpm sebesar 6,49 Nm. Bila dibandingkan pada pengujian 5, pada putaran rendah ke menengah torsi yang dihasilkan lebih rendah akan tetapi pada putaran tinggi torsi yang dihasilkan lebih tinggi.

Pada putaran putaran rendah, apabila timing pengapian dimundurkan maka tekanan maksimum hasil pembakaran akan tercapai jauh saat piston sudah melewati TMA. Akibatnya tekanan yang mendorong piston ke TMB menjadi lebih kecil dan torsi yang dihasilkan mesin menjadi lebih rendah. Saat putaran mesin semakin naik maka timing pengapian juga semakin naik. Pada putaran tinggi, kecepatan piston melewati TMA menjadi lebih cepat sehingga timing pengapian juga harus maju agar tekanan maksimum pembakaran tercapai pada 5° - 10° setelah TMA. Apabila timing pengapian sedikit dimundurkan dari stelan maka tekanan pembakaran saat putaran tinggi akan tercapai pada 5° - 10° setelah TMA. Sehingga torsi yang dihasilkan pada putaran tinggi lebih besar.

2. Pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian menggunakan *ECU programmable* juken 2 Yamaha vixion terhadap daya mesin.

Berikut ini adalah tabel perbandingan pengujian daya dari pengujian satu sampai dengan sembilan .

Tabel 36. Perbandingan daya mesin setiap pengujian

RPM	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Pengujian 4		Pengujian 5	
	Daya	Waktu	Daya	Waktu	Daya	Waktu	Daya	Waktu	Daya	Waktu
3000	4,4	0,54	3,9	1,04	4,0	1,10	-	-	4,0	0,52
3250	5,5	0,74	4,4	1,32	4,7	1,36	4,8	0,52	4,8	0,60
3500	6,1	0,94	4,6	1,60	4,8	1,66	6,0	0,62	6,5	0,78
3750	6,4	1,16	4,9	1,90	4,6	1,96	7,3	0,80	7,5	0,94
4000	6,3	1,40	4,8	2,22	4,7	2,30	7,9	0,96	8,2	1,10
4250	6,2	1,66	4,6	2,58	4,7	2,64	8,3	1,12	8,5	1,28
4500	6,2	1,94	4,5	2,96	6,0	2,92	8,4	1,28	8,8	1,46
4750	6,1	2,24	4,5	3,38	6,0	3,24	8,5	1,46	9,0	1,64
5000	6,2	2,54	4,5	3,82	5,2	3,60	8,7	1,66	9,4	1,82
5250	6,2	2,84	4,6	4,26	5,7	3,96	8,7	1,84	9,3	2,02
5500	6,0	3,18	6,5	4,58	5,7	4,34	8,7	2,06	9,1	2,24
5750	5,9	3,54	7,0	4,90	5,7	4,72	8,7	2,28	9,0	2,46
6000	6,3	3,92	6,2	5,26	5,6	5,14	8,6	2,50	8,9	2,70
6250	6,7	4,26	4,8	5,78	5,5	5,58	8,5	2,74	8,9	2,94
6500	6,9	4,62	4,8	6,30	5,2	6,08	8,4	3,00	8,8	3,20
6750	7,1	4,96	4,6	6,86	6,0	6,52	8,2	3,24	8,6	3,46
7000	7,5	5,32	4,8	7,42	7,0	6,90	7,8	3,54	8,2	3,76
7250	8,0	5,64	5,1	7,98	7,7	7,26	7,4	3,86	8,1	4,06
7500	8,1	6,00	5,2	8,54	8,1	7,62	6,9	4,20	8,1	4,38
7750	8,1	6,36	5,4	9,10	8,1	8,00	6,5	4,60	8,2	4,72
8000	8,4	6,70	5,5	9,66	7,9	8,40	5,7	5,06	8,3	5,04
8250	8,8	7,06	5,3	10,26	7,7	8,80	6,2	5,48	8,6	5,38
8500	9,2	7,40	5,0	10,92	7,4	9,26	6,8	5,88	8,9	5,70
8750	9,2	7,76	4,3	11,72	6,7	9,78	8,7	6,20	9,0	6,04
9000	9,3	8,12	5,2	12,40	5,7	10,40	9,7	6,50	9,3	6,36
9250	9,4	8,50	5,8	13,00	4,7	11,18	9,9	6,80	9,4	6,70
9500	9,2	8,88					9,5	7,12	9,3	7,06
9750	9,1	9,28					9,4	7,44	9,1	7,44
10000	9,3	9,68					9,2	7,80	9,3	7,80
10250	9,5	10,10							9,5	8,20
10500									9,6	8,56
10750									9,9	8,94
10881									10,1	9,14
11000									9,9	9,32
MAKS	9,5		7,0		8,1		9,9		10,1	

Lanjutan Tabel 36.

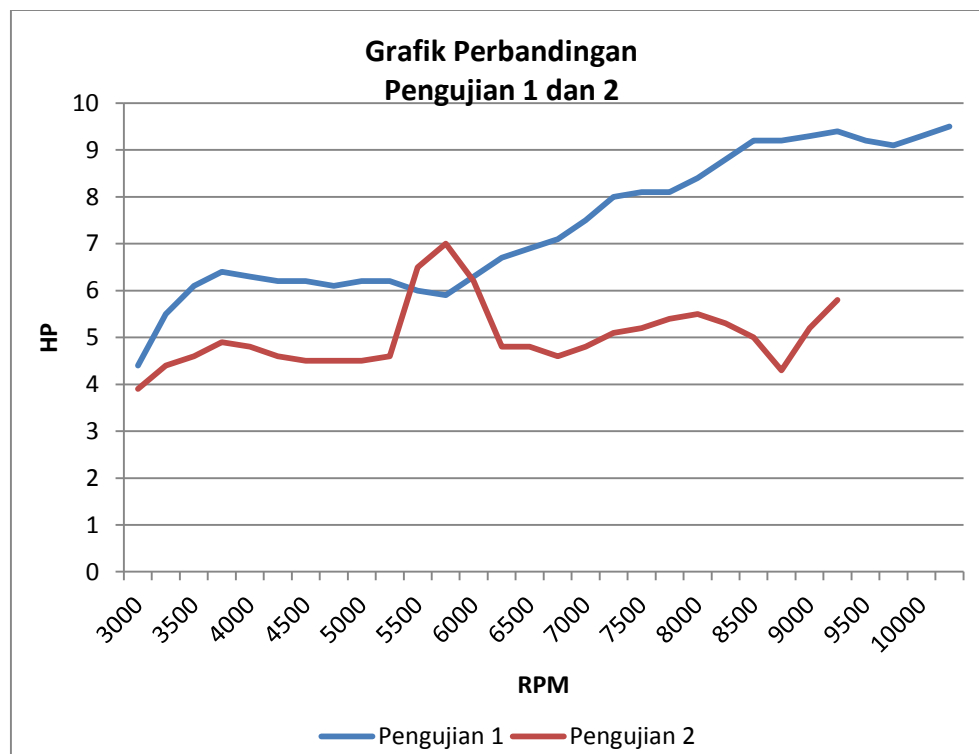
RPM	Pengujian 6		Pengujian 7		Pengujian 8		Pengujian 9	
	Daya	Waktu	Daya	Waktu	Daya	Waktu	Daya	Waktu
3000	4,2	0,78	1,9	0,56	5,8	0,52	-	-
3250	5,8	1,00	5,0	0,76	6,0	0,54	-	-
3500	6,6	1,18	6,4	0,96	6,6	0,60	7,3	0,52
3750	7,2	1,38	7,3	1,14	7,7	0,74	7,4	0,54
4000	7,6	1,58	7,8	1,32	8,3	0,86	7,5	0,56
4250	7,9	1,78	8,1	1,50	8,8	1,02	7,8	0,66
4500	7,6	2,02	8,5	1,70	8,8	1,16	8,2	0,82
4750	7,6	2,26	8,5	1,90	8,9	1,32	8,4	0,98
5000	7,6	2,50	8,4	2,10	8,9	1,48	8,4	1,16
5250	7,6	2,76	8,3	2,34	9,1	1,64	8,4	1,34
5500	7,6	3,04	8,3	2,58	9,4	1,82	8,5	1,54
5750	7,4	3,34	8,3	2,82	9,6	1,98	8,5	1,74
6000	7,4	3,64	8,3	3,08	9,5	2,18	8,6	1,94
6250	7,4	3,96	8,2	3,36	9,1	2,38	8,4	2,16
6500	7,4	4,30	7,9	3,66	8,8	2,58	8,4	2,38
6750	7,6	4,64	7,6	3,98	8,5	2,82	8,3	2,62
7000	7,8	4,98	7,9	4,28	8,4	3,06	8,3	2,88
7250	7,6	5,32	8,1	4,60	8,0	3,32	8,1	3,14
7500	7,9	5,70	7,9	4,94	7,8	3,60	7,6	3,44
7750	8,3	6,06	8,0	5,28	7,8	3,88	7,4	3,74
8000	8,3	6,40	8,3	5,64	8,3	4,14	6,9	4,08
8250	8,4	6,78	8,6	5,98	8,1	4,44	6,9	4,42
8500	8,8	7,14	8,8	6,32	8,4	4,72	7,7	4,74
8750	9,0	7,52	8,9	6,66	8,4	5,02	8,4	5,06
9000	9,0	7,88	9,2	7,02	8,3	5,32	9,3	5,34
9250	9,2	8,28	9,4	7,38	8,2	5,64	9,5	5,62
9500	9,2	8,66	9,2	7,74	8,1	5,98	9,5	5,90
9750	9,1	9,10	9,2	8,12	8,3	6,32	9,6	6,22
10000	9,2	9,50	9,1	8,54	7,9	6,70	9,5	6,52
10250	9,5	9,92	9,1	8,94	7,3	7,12	9,6	6,82
10500	9,9	10,34	9,7	9,34	6,6	7,58	9,9	7,14
10750	9,9	10,76	9,8	9,72	6,1	8,08	10,0	7,44
11000	10,0	11,18	10,2	10,12			10,1	7,76
11250	10,3	11,60					10,0	8,10
11500	9,9	12,06					9,9	8,44
MAKS	10,3		10,2		9,6		10,1	

Tabel 37. Pengukuran AFR pada setiap pengujian

RPM	Air Fuel Ratio								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2000	14,4	17,8	12,4	17,9	13,6	13,1	14,0	13,8	13,2
3000	14,7	17,7	12,6	18,1	13,8	13,4	14,3	14,0	13,4
4000	14,6	17,9	12,4	17,9	13,7	13,2	14,2	14,1	13,3
5000	14,8	18,7	12,8	17,8	13,9	13,5	14,3	14,3	13,5
6000	14,9	17,3	12,5	17,8	13,9	13,4	14,4	14,2	13,6
7000	14,9	18,5	12,6	17,1	13,8	13,5	14,3	14,1	13,4
8000	14,8	18,2	12,7	17,2	13,7	13,3	14,1	13,9	13,3
9000	15,0	17,9	12,9	17,6	13,8	13,5	14,2	14,1	13,4
10000	15,2	17,4	12,9	17,7	13,9	13,5	14,3	14,0	13,4
Rata-rata									

Tabel 38. Timing injeksi pada putaran idle dan maksimal

	ECU standar	ECU Juken
Timing saat idle	14°	15°
Timing maksimal	35°	43°



Gambar 46. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 1 dan 2

Pengujian dynotest 1 adalah pengujian pada mesin Honda vario 125 standar keluaran dari pabrikan Honda pada tahun 2015.dengan spesifikasi mesin 124,8cc berdiameter piston 52,4 mm dan langkah 57,9 mm. perbandingan kompresi 11,0 : 1 .tanpa ada perubahan camshaft maupun saluran inlet dan outlet mesin. kelistrikan menggunakan sistem kontrol elektronik fuel injection dengan ECU shindengen bawaan motor yang tidak dapat di program secara keseluruhan.jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 22 mm. Hasil pengujian menunjukkan daya maksimal yang diperoleh mesin sebesar 9,4 HP pada 9250 rpm. Pada putaran 3750 rpm daya yang dihasilkan sebesar 6,4 HP kemudian turun menjadi 5,9 HP pada putaran 5750 rpm dan naik mencapai daya tertinggi pada putaran 9250 rpm.

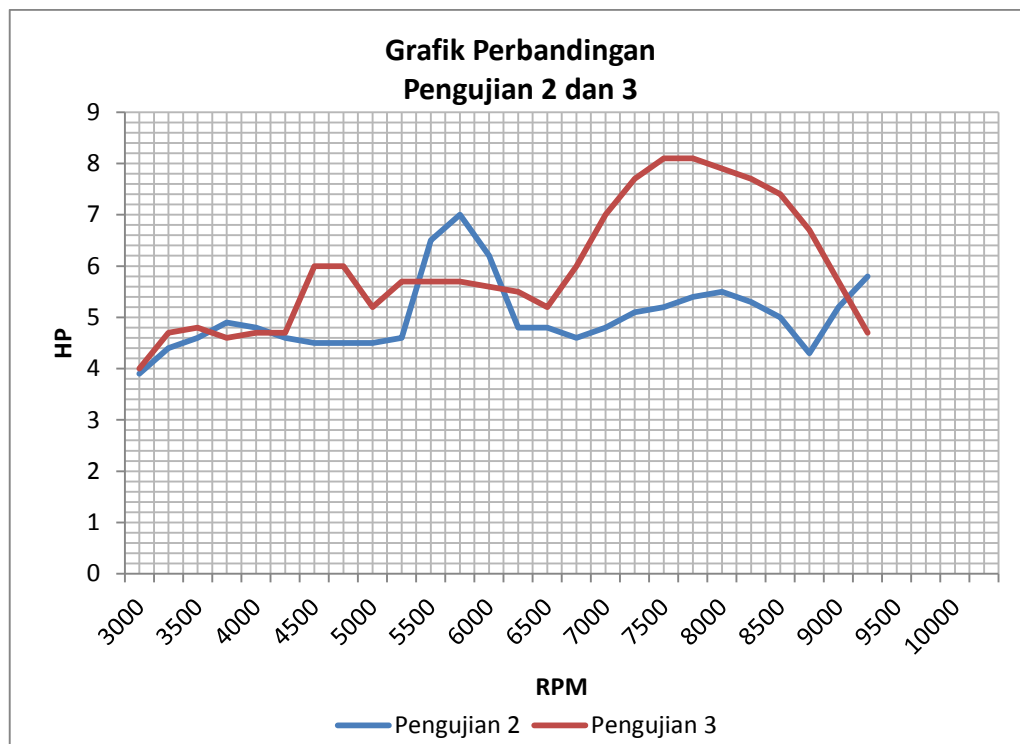
Pada pengujian 2 dilakukan modifikasi pada mesin dengan spesifikasi mesin 119,3cc berdiameter piston 51,25 mm dan langkah 57,9 mm. perbandingan kompresi 12,7 : 1 .dengan perubahan camshaft pada tinggi lift maupun durasi sudut buka tutup katup dan modifikasi saluran port inlet dan outlet mesin. kelistrikan menggunakan sistem kotrol elektronik fuel injection dengan ECU shindengen bawaan motor yang tidak dapat di program secara keseluruhan.jenis injeksi yang di gunakan adalah sistem injeksi tak langsung atau multi point injection dengan diameter throttle body 22 mm. Diperoleh daya tertinggi sebesar 7,0 HP pada putaran 5750 rpm. Dilihat pada putaran

3750 rpm diperoleh daya 4,9 HP kemudian naik menjadi 7,0 HP pada putaran 5750 rpm dan turun menjadi 4,9 HP pada putaran 6750 rpm.

Pada pengujian 2 hasil yang diperoleh turun dari hasil pengujian 1. Perubahan yang dilakukan pada pengujian 2 yaitu perubahan mekanisme mesin tanpa melakukan perubahan sistem kontrol elektronik. Hal ini mengakibatkan penurunan performa mesin yang cukup drastis. Dikarenakan kebutuhan bahan bakar dan timing pengapian tidak sesuai dengan karakteristik mekanisme mesin. Sehingga perlu dilakukan perubahan pada pemasukan kebutuhan bahan bakar maupun kesesuaian timing pengapian.

Daya dipengaruhi oleh torsi dan putaran mesin, semakin besar torsi dan semakin cepat putaran mesin maka daya akan semakin naik. Daya yang dihasilkan mesin bila digambarkan pada grafik, maka daya itu cenderung akan naik sejalan dengan putaran mesin yang semakin tinggi. Daya maksimum akan tercapai saat putaran mesin tinggi.

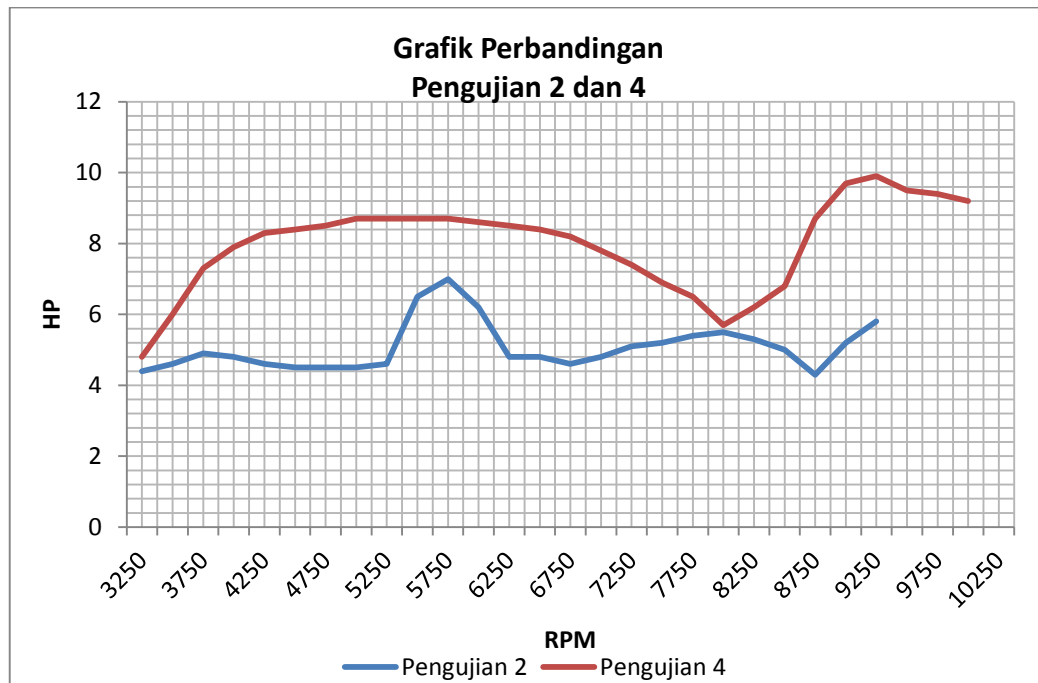
Pada pengujian 2 diketahui bahwa torsi yang dihasilkan mesin naik-turun. Akibatnya daya yang dihasilkan pada pengujian 2 juga naik turun. Semakin cepat putaran mesin seharusnya daya yang dihasilkan semakin naik. Namun pada pengujian 2 ini saat putaran 6000 rpm ke atas daya yang dihasilkan lebih rendah dari daya maksimum. Hal ini dikarenakan torsi mesin tidak stabil.



Gambar 47. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 2 dan 3

Selanjutnya pada pengujian 3 sistem kontrol elektronik diubah dari ECU shindengen bawaan motor diganti dengan ECU programmable JUKEN 2 yamaha vixion yang dapat di program secara keseluruhan, mulai dari mapping durasi injeksi, pengapian maupun limit pengapian. Pada pengujian 3 dilakukan pemrograman pada pengapian tanpa melakukan perubahan pada mapping durasi injeksi. Diperoleh daya tertinggi sebesar 8,1 HP pada putaran mesin 7500 rpm. Dilihat pada grafik, terjadi peningkatan daya secara keseluruhan. Dimana pada putaran 4500 rpm daya yang dihasilkan sebesar 6,0 HP namun kemudian turun menjadi 5,2 HP pada putaran 6500 rpm dan naik kembali hingga mencapai daya tertinggi sebesar 8,1 HP pada putaran 7500 rpm.

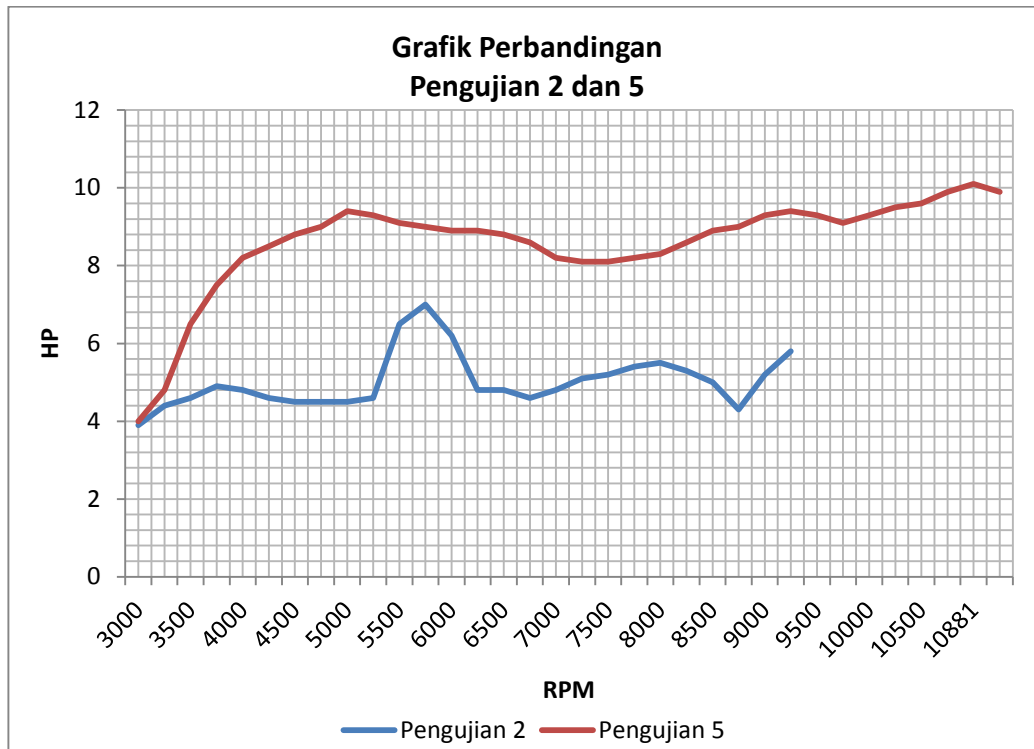
Pada pengujian 3, daya yang dihasilkan mesin masih belum stabil di putaran bawah-menengah. Kemudian naik secara signifikan pada putaran tinggi. Hal ini dikarenakan torsi yang dihasilkan mesin masih naik turun. Torsi pada putaran tinggi secara tiba-tiba naik mengakibatkan daya saat putaran tinggi juga naik. Namun saat putaran rendah, torsi yang dihasilkan tidak stabil maka daya pun juga tidak stabil.



Gambar 48. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 2 dan 4

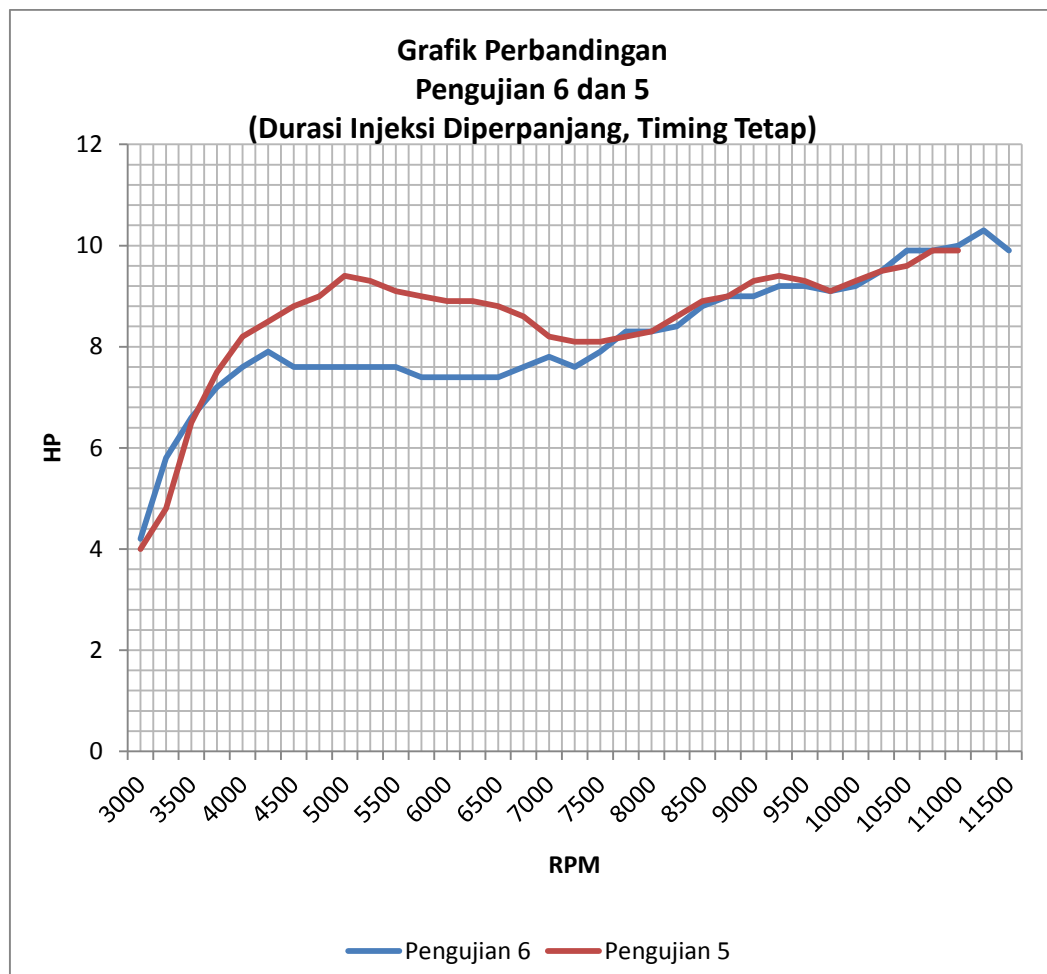
Pada pengujian 4, daya tertinggi dicapai saat putaran 9250 rpm yaitu sebesar 9,9 HP. Namun apabila melihat pada grafik, pada putaran 5000 rpm daya yang dihasilkan sebesar 8,7 HP lalu turun pada putaran 8000 rpm menjadi 5,7 HP dan naik sampai mencapai daya tertinggi. Hal ini dikarenakan dari putaran 4000 rpm ke 8000

rpm grafik torsi yang dihasilkan turun cukup drastis, namun kemudian pada putaran 9000 rpm torsi sedikit naik.



Gambar 49. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 2 dan 5

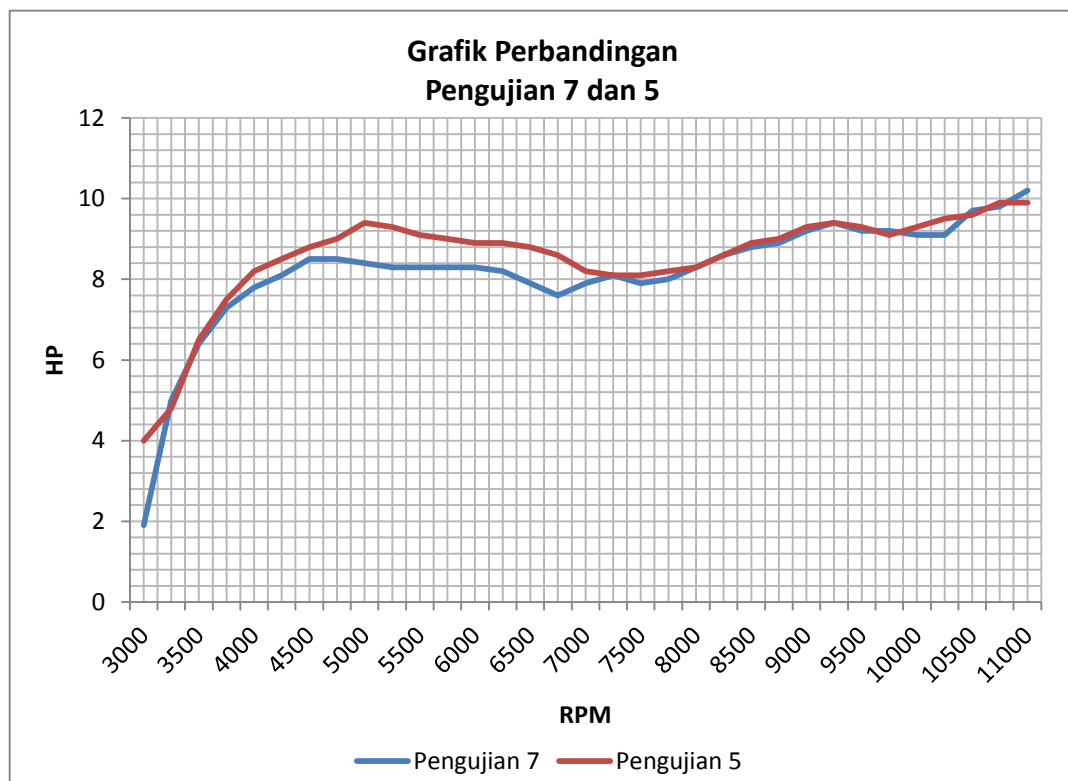
Pada pengujian 5, grafik daya yang dihasilkan sudah ideal. Daya tertinggi tercapai saat putaran 10881 rpm sebesar 10,1 HP. Seperti sudah dijelaskan sebelumnya, daya dipengaruhi oleh torsi dan putaran mesin. Saat putaran mesin masih rendah maka perlu torsi yang tinggi untuk menghasilkan daya yang tinggi. Kemudian saat akselerasi, putaran mesin akan naik. Daya perlahan akan naik dan sebaliknya torsi sedikit demi sedikit akan turun. Kenaikan daya ini diakibatkan oleh putaran mesin yang semakin naik. Daya tertinggi dicapai saat putaran tertinggi yaitu 10881 rpm.



Gambar 50. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 6 dan 5

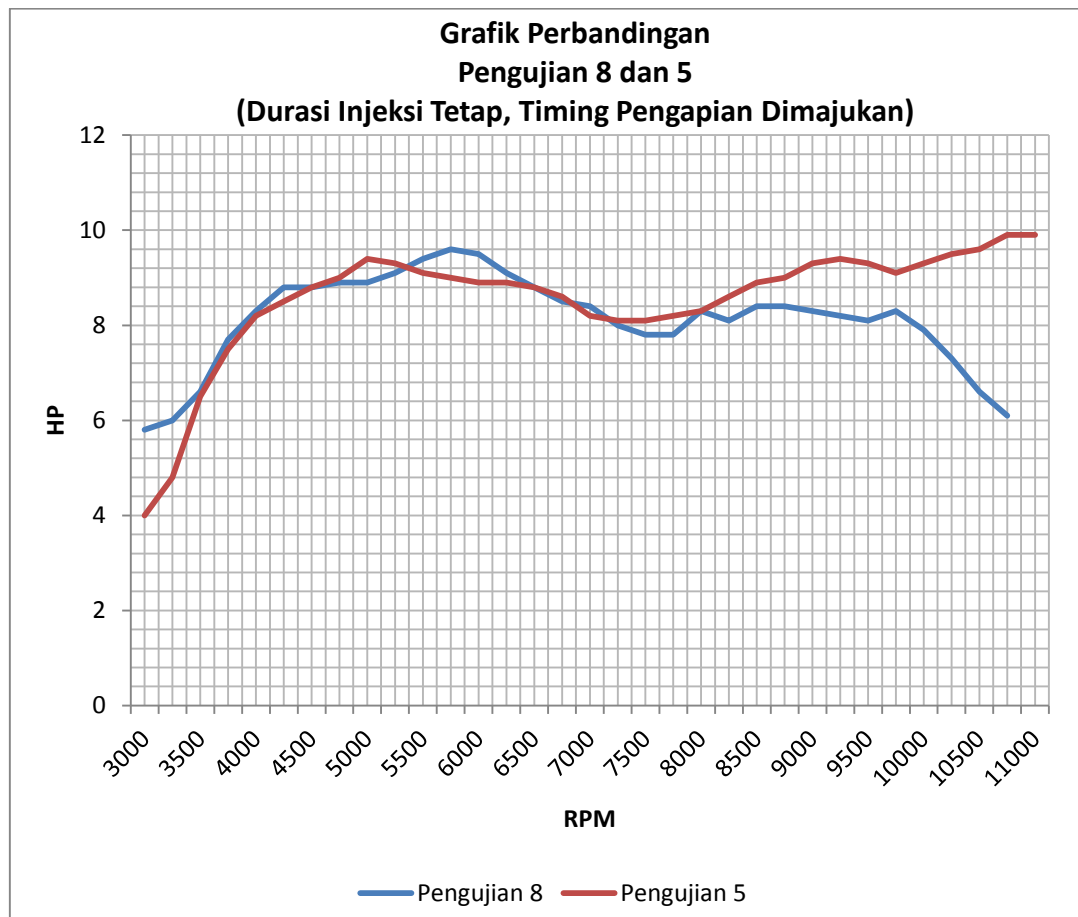
Pada pengujian 6, durasi injeksi diperpanjang sedangkan timing pengapian sesuai stelan pada pengujian 5. Hasilnya seperti terlihat pada grafik menunjukkan bahwa pada putaran rendah daya maksimum yang dihasilkan lebih tinggi dari pengujian 5. Daya maksimum sebesar 10,2 HP pada putaran 11250 rpm. Pada putaran 4250 rpm daya yang dihasilkan sebesar 7,9 HP dan turun menjadi 7,4 HP pada putaran 6500 rpm kemudian naik sampai mencapai daya maksimum sebesar 10,2 HP pada putaran 11250 rpm.

Durasi injeksi diperpanjang artinya bahan bakar yang diinjeksikan semakin banyak. Pada putaran rendah ke menengah banyak bahan bakar yang tidak mampu terbakar sehingga torsi yang dihasilkan juga rendah. Saat putaran masih rendah dengan torsi mesin yang rendah maka daya yang dihasilkan mesin juga rendah. Saat putaran tinggi, bahan bakar yang diinjeksikan banyak sehingga mampu mencapai putaran mesin yang sangat tinggi, putaran mesin mencapai 11500 rpm. Dengan putaran yang tinggi ini maka daya yang dihasilkan akan semakin naik. Pada pengujian ini daya maksimum yang dihasilkan sebesar 10,2 HP pada putaran 11250 rpm.



Gambar 51. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 7 dan 5

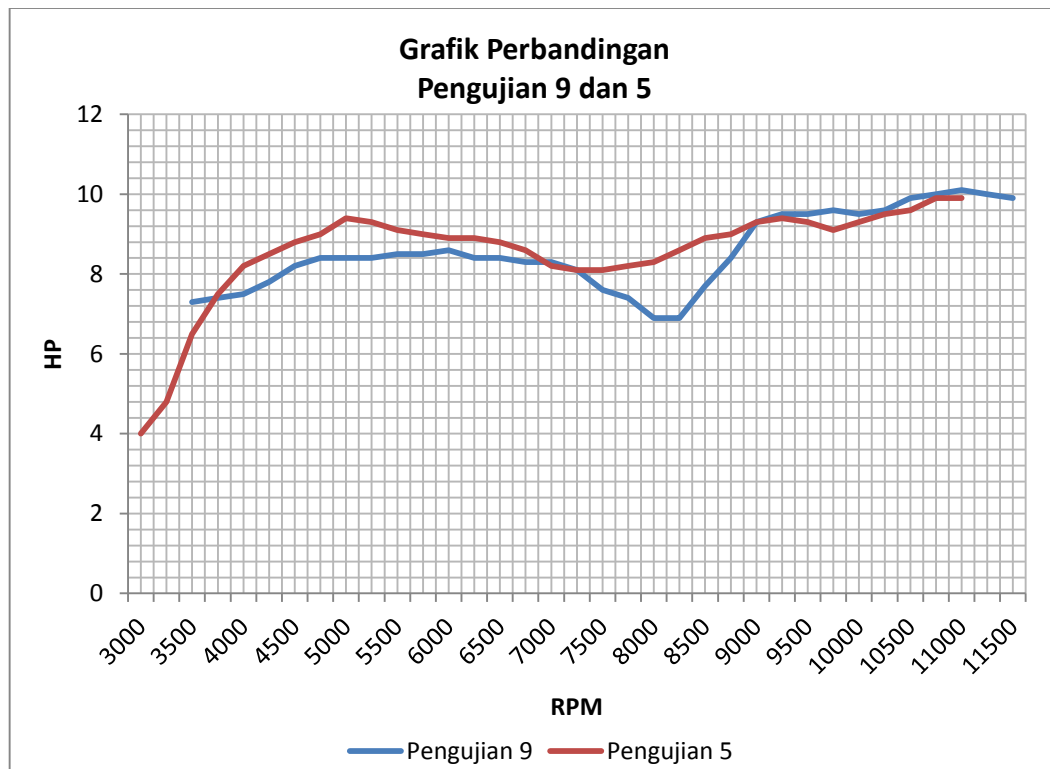
Pada pengujian 7, durasi injeksi diperpendek dan timing sama dengan stelan pada pengujian 5. Durasi injeksi diperpendek artinya bahan bakar diinjeksikan semakin sedikit. Dengan bahan bakar yang sedikit maka torsi yang dihasilkan pun juga lebih rendah, sehingga daya mesin yang dihasilkan lebih rendah dari pengujian 5. Pada pengujian 7, daya maksimum 10,2 HP pada putaran 11000 rpm. Pada pengujian 7, saat putaran 11000 rpm torsi yang dihasilkan mesin lebih besar dibanding dengan pengujian 5 sehingga daya menjadi lebih besar.



Gambar 52. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 8 dan 5

Pada pengujian 8, durasi injeksi sesuai dengan stelan pengujian 5 dan timing injeksi lebih maju dibandingkan stelan pengujian 5. Bila dibandingkan dengan pengujian 5, torsi maksimum yang dihasilkan lebih besar pada putaran rendah, akan tetapi pada putaran menengah-tinggi torsi yang dihasilkan lebih kecil. Dilihat pada grafik di atas, daya maksimum yang dihasilkan sebesar 9,6 HP pada putaran 5750 rpm. Akan tetapi pada putaran 10750 rpm daya yang dihasilkan sebesar 6,1 HP.

Pada putaran rendah ke menengah, torsi pengujian 8 lebih tinggi dari torsi pengujian 5. Sehingga daya yang dihasilkan pada pengujian 8 sedikit lebih tinggi dari pengujian 5. Akan tetapi pada putaran tinggi, torsi yang dihasilkan pengujian 8 terlalu kecil sehingga daya yang dihasilkan mesin menjadi turun.



Gambar 53. Grafik Perbandingan Daya Pengujian 9 dan 5

Pada pengujian 9, timing pengapian dimundurkan dari setelan pengujian 5 dan durasi injeksi sama dengan pengujian 5. Bila dibandingkan pada pengujian 5, pada putaran rendah ke menengah torsi yang dihasilkan lebih rendah akan tetapi pada putaran tinggi torsi yang dihasilkan lebih tinggi. Dilihat pada grafik menunjukkan bahwa daya mesin pada putaran rendah lebih kecil tetapi naik menjadi lebih tinggi pada putaran tinggi. Daya maksimum sebesar 10,1 HP pada putaran 11000 rpm. Pada putaran rendah ke menengah, torsi yang dihasilkan kecil sehingga daya juga kecil. Akan tetapi pada putaran tinggi, torsi kembali naik dan putaran mesin semakin cepat sehingga menghasilkan daya yang tinggi.

Perubahan durasi injeksi dan timing pengapian menggunakan *ECU programmable* juken 2 Yamaha vixion akan mempengaruhi torsi dan daya yang dihasilkan mesin. Perubahan tersebut harus tepat agar mampu menghasilkan performa mesin yang optimal. Pengujian 5 di mana durasi injeksi dan timing injeksi distel dengan tepat menghasilkan performa yang paling bagus. Torsi sebesar 14,56 Nm dan daya sebesar 10,1 HP. Hasil perubahan dan pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 39. Perubahan dan hasil pengujian

Pengujian	Torsi	Daya
Pengujian 1	12,50	9,5
Pengujian 2	9,67	7,0
Pengujian 3	10,25	8,1
Pengujian 4	13,97	9,9
Pengujian 5	14,56	10,1
Pengujian 6	13,67	10,3
Pengujian 7	13,90	10,2
Pengujian 8	14,96	9,6
Pengujian 9	13,13	10,1

Perubahan durasi injeksi yang tidak tepat akan menurunkan torsi yang dihasilkan mesin. Hal ini dikarenakan, bahan bakar tidak mampu terbakar secara optimal. Bahan bakar yang terlalu banyak akan mengakibatkan kurangnya oksigen yang mampu bereaksi dengan bahan bakar sehingga bahan bakar tidak mampu terbakar seluruhnya. Sedangkan bahan bakar yang terlalu sedikit akan mengakibatkan tekanan pembakaran menjadi turun. Sehingga torsi yang dihasilkan juga turun.

Perubahan timing pengapian yang tidak tepat dapat meningkatkan torsi namun daya akan turun. Ketika timing injeksi dimajukan, pada putaran rendah pembakaran akan terjadi lebih cepat sehingga tekanan maksimal hasil pembakaran akan meningkat dan torsi juga akan meningkat. Namun pada putaran mesin yang tinggi, timing pengapian menjadi terlalu maju sehingga tekanan maksimal pembakaran terjadi sebelum piston mencapai TMA dan daya tidak mampu meningkat. Sedangkan apabila timing pengapian dimundurkan, torsi maupun daya akan menurun akibat tekanan maksimal pembakaran terjadi jauh saat piston sudah melewati TMA.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, penelitian pengaruh perubahan durasi injeksi dan *timing* pengapian menggunakan ECU *programmable* pada mesin H15 terhadap performa mesin dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Durasi injeksi dan *timing* pengapian menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion berpengaruh terhadap torsi mesin. Hasil pengujian 2 mesin dimodifikasi dari 125 cc menjadi 120 cc, torsi sebesar 9,67 Nm. Pada pengujian 5, durasi injeksi dan *timing* pengapian distel dengan tepat sehingga torsi mesin naik sebesar 5,08 Nm menjadi 14,56 Nm
2. Durasi injeksi dan *timing* pengapian menggunakan ECU *programmable* Juken 2 Yamaha Vixion berpengaruh terhadap daya mesin. Hasil pengujian 2 mesin dimodifikasi dari 125 cc menjadi 120 cc, daya sebesar 7,0 HP. Pada pengujian 5, durasi injeksi dan *timing* pengapian distel dengan tepat sehingga daya mesin naik sebesar 3,1 HP menjadi 10,1 HP.

B. Implikasi

Berdasarkan simpulan di atas, perubahan durasi injeksi dan *timing* pengapian terbukti efektif dalam meningkatkan torsi dan daya mesin. Hal tersebut terbukti dari data yang menunjukkan perubahan torsi dan daya mesin pada setiap pengujian. Oleh karena itu hasil ini dapat diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi untuk meningkatkan performa mesin pada kendaraan terutama pada kendaraan yang diperuntukkan mengikuti kompetisi.

C. Keterbatasan penelitian

Pada penelitian ini terdapat keterbatasan yang belum mampu peneliti laksanakan antara lain:

1. Pada penelitian ini, peneliti belum mampu mengetahui *mapping* standar dari mesin dikarenakan itu merupakan rahasia perusahaan dan juga alat yang digunakan tidak akurat.
2. Pada penelitian ini, peneliti belum mampu membaca *mapping* dari ECU *progammable* Juken secara teliti dikarenakan alat yang digunakan tidak bisa membaca secara akurat

D. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk Garuda UNY Team agar performa mesin dapat di tingkatkan maka harus dilakukan perubahan durasi injeksi dan timing pengapian dengan tepat, sebab hal ini telah terbukti meningkatkan torsi dan daya mesin.
2. Untuk mekanik *tuner* ECU lain dapat memahami karakteristik mesin, sehingga dapat dilakukan perubahan durasi injeksi dan timing pengapian dengan tepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2013). *User Manual Imax Juken*. Bintang Racing Team.
- Budiarto, N. (2007). *Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Bensin*. Jakarta: Yudistira.
- Firman Iffah dan Bambang Sudarmanto. (2016). Analisis Pengaruh Penambahan Durasi Camshaft terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang pada Engine Sinjai 650 cc. *Jurnal Teknik ITS* Vol. 5 (1), PP.24-29.
- Hatch, E.M., & Farhady, H. (1982). *Research design and statictics for applied linguistics*. Rowley, Mass.: Newbury House.
- Margono,S. (2005). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Moch Solikin. (2005). *Sistem Injeksi Bahan Bakar Motor Bensin*. Yogyakarta: Kampong Ilmu.
- Muhammad Aziz Muslim, Goegoes Dwi Nusantara, dan Ganda Lesmana. (2016). Sistem Kontrol Durasi Injeksi Bahan Bakar pada Mesin 4 Langkah dengan Menggunakan Logika Fuzzy. *Prosiding SENTIA 2016* Vol (8). PP.19-22.
- Service Publication Office PT Astra Honda Motor. (2015). *Honda Vario Techno 125 Service Manual*. PT Astra Honda Motor Co.,Ltd.
- Sriyanto, Joko. (2010). Identifikasi Materi Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Lanjut. *JPTK UNY*. PP.281-301.
- Sutiman. (2005). *Modul Sistem Kontrol Elektronik*. Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kombinasi (mixed methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta.
- Syahril Machmud, Untoro Budi Surono, dan Leydon Sitorus. (2013). Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapiam Terhadap Kerja Mesin. *Jurnal Teknik* Vol.3 (1). PP.58-64
- T. Polonec dan I. Janosko. (2014). Improving Performance Parameters of Combustion Engine for Racing Purposes. *Slovak University* Vol. 60. PP.83-91.
- Technical Publication Service Division PT Yamaha Indonesia Motor Manufacturing. (2007). *V-ixion Service Manual*. Yamaha Motor Co., Ltd.

Tim. (2013). Pedoman Penyusunan Tugas Akhir Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Wahyu.D.H.(2013). *Sistem Bahan Bakar Pada Motor*. Yogyakarta: Javalitera.

Zainal Arifin dan Sukoco. (2009). *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Yogyakarta: Alfabeta

Lampiran

Lampiran 1. MappingDurasiInjeksi

MAPING DURASI INJEKSI DIPERPANJANG 3% DARI NORMAL

	RPM/TPS	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
+	1000	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	1500	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	2000	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	2500	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	3000	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	3500	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	4000	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	4500	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	5000	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	5500	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	6000	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	6500	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	7000	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	7500	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	8000	-3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	8500	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	9000	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	9500	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	10000	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	10500	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	11000	-3	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	11500	-3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	12000	-3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

MAPING DURASI INJEKSI DIPERPANJANG 3% DARI NORMAL

RPM/TPS	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
1000	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1500	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
2000	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
2500	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3000	6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3500	6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
4000	6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14
4500	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
5000	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
5500	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6000	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6500	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
7000	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
7500	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
8000	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
8500	3	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
9000	3	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
9500	3	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
10000	3	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
10500	3	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
11000	3	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
11500	3	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
12000	3	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

MAPING DURASI INJEKSI NORMAL YANG TELAH DISESUAIKAN

RPM/TPS	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
1000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2000	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2500	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3500	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4000	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4500	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5000	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5500	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6000	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6500	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7000	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
7500	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8000	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8500	0	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9000	0	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9500	0	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10000	0	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10500	0	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11000	0	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11500	0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
12000	0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Lampiran 2. Timing Pengapian

TIMING PENGAPIAN NORMAL YANG TELAH DISESUAIKAN

	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
1000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2500	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3000	10	10	11	11	13	13	13	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10
3500	13	15	16	18	18	18	18	18	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
4000	15	22	24	24	24	25	25	25	25	25	24	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19
4500	15	27	27	27	27	28	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	20
5000	15	27	28	29	29	29	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	21
5500	15	28	28	29	30	30	28	29	29	28	28	27	27	26	26	26	25	25	24	24	21
6000	15	28	28	29	30	30	28	29	30	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	25	24
6500	15	28	29	30	30	30	30	30	30	29	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	24
7000	15	29	29	30	30	30	30	30	30	30	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	25
7500	15	29	29	30	30	31	30	30	30	30	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	26
8000	15	30	30	30	31	31	30	30	30	31	29	29	28	28	28	28	28	27	28	27	27
8500	15	30	30	30	31	31	30	31	30	31	30	29	28	29	28	28	28	28	28	28	28
9000	15	30	30	30	31	31	30	31	31	31	30	29	29	29	29	28	29	28	28	28	28
9500	15	29	30	30	31	31	31	31	31	31	30	30	29	29	29	29	29	29	29	29	27
10000	15	29	29	30	31	30	31	31	31	30	30	30	29	30	29	29	29	29	29	29	26
10500	15	28	29	29	30	30	31	30	31	30	29	30	30	30	30	29	30	30	29	30	25
11000	15	28	29	29	30	30	31	30	30	30	29	28	30	29	30	30	28	28	28	25	24
11500	15	28	28	29	29	30	30	29	30	29	29	28	28	28	27	27	27	27	25	25	24
12000	15	18	28	28	29	29	30	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	24	24	23
12500	15	18	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23
13000	15	18	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23	23

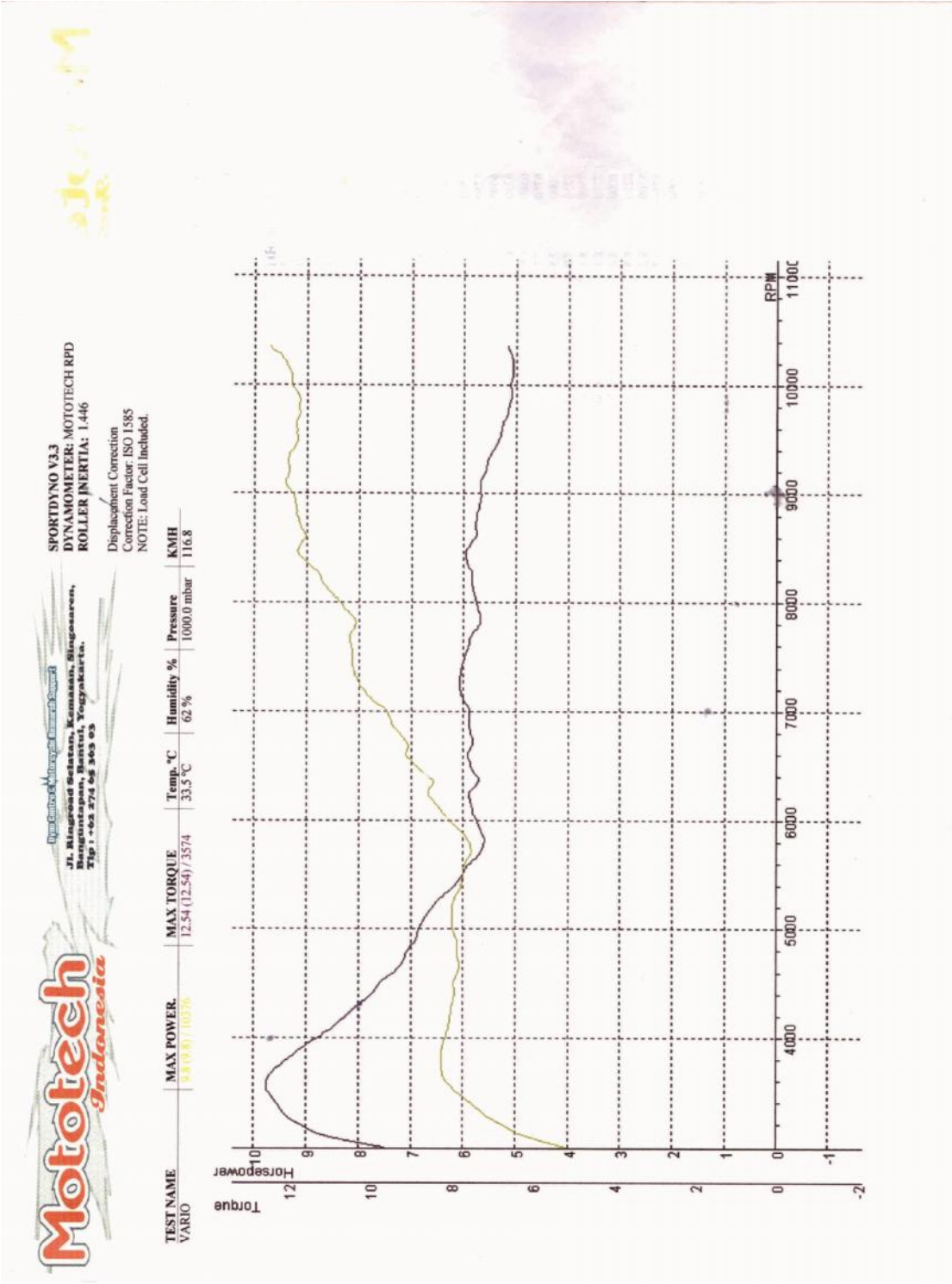
TIMING PENGAPIAN NORMAL YANG TELAH DISESUAIKAN

	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
1000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2500	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3000	10	10	11	11	13	13	13	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10
3500	13	15	16	18	18	18	18	18	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
4000	15	22	24	24	24	25	25	25	25	25	24	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19
4500	15	27	27	27	27	28	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	20
5000	15	27	28	29	29	29	28	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	21
5500	15	28	28	29	30	30	28	29	29	28	28	27	27	26	26	26	25	25	24	24	21
6000	15	28	28	29	30	30	28	29	30	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	25	24
6500	15	28	29	30	30	30	30	30	30	29	29	28	27	27	27	27	26	26	25	25	24
7000	15	29	29	30	30	30	30	30	30	30	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	25
7500	15	29	29	30	30	31	30	30	30	30	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	26
8000	15	30	30	30	31	31	30	30	30	31	29	29	28	28	28	28	28	27	28	27	27
8500	15	30	30	30	31	31	30	31	30	31	30	29	28	29	28	28	28	28	28	28	28
9000	15	30	30	30	31	31	30	31	31	31	30	29	29	29	29	28	29	28	28	28	28
9500	15	29	30	30	31	31	31	31	31	31	30	30	29	29	29	29	29	29	29	29	27
10000	15	29	29	30	31	30	31	31	31	30	30	30	29	30	29	29	29	29	29	29	26
10500	15	28	29	29	30	30	31	30	31	30	29	30	30	30	30	29	30	30	29	30	25
11000	15	28	29	29	30	30	31	30	30	30	29	28	30	29	30	30	28	28	28	25	24
11500	15	28	28	29	29	30	30	29	30	29	29	28	28	28	27	27	27	27	25	25	24
12000	15	18	28	28	29	29	30	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	24	23
12500	15	18	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23
13000	15	18	22	24	24	25	26	26	27	27	28	28	27	27	27	26	26	26	24	23	23

TIMING PENGALAPAN DIMUNDURKAN 3° DARI NORMAL

Rpm/Tps	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3000	7	7	8	8	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7
3500	10	12	13	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12
4000	12	19	21	21	21	22	22	22	22	22	21	21	20	20	19	18	18	17	17	16	16
4500	12	24	24	24	24	25	25	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	21	20	17
5000	12	24	25	26	26	26	25	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	21	20	18
5500	12	25	25	26	27	27	25	26	26	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21	18
6000	12	25	25	26	27	27	25	26	27	26	25	24	24	24	24	23	23	22	22	22	21
6500	12	25	26	27	27	27	27	27	27	26	26	25	24	24	24	24	23	23	22	22	21
7000	12	26	26	27	27	27	27	27	27	27	26	25	25	25	24	24	24	23	23	23	22
7500	12	26	26	27	27	28	27	27	27	27	26	25	25	25	25	25	24	24	24	24	23
8000	12	27	27	27	28	28	27	27	27	28	26	26	25	25	25	25	25	24	25	24	24
8500	12	27	27	27	28	28	27	28	27	28	27	26	25	26	25	25	25	25	25	25	25
9000	12	27	27	27	28	28	27	28	28	28	27	26	26	26	26	25	26	25	25	25	25
9500	12	26	27	27	28	28	28	28	28	28	27	27	26	26	26	26	26	26	26	26	24
10000	12	26	26	27	28	27	28	28	28	27	27	27	26	27	26	26	26	26	26	26	23
10500	12	25	26	26	27	27	28	27	28	27	26	27	27	27	27	26	27	27	26	27	22
11000	12	25	26	26	27	27	28	27	27	27	26	25	27	26	27	27	25	25	25	22	21
11500	12	25	25	26	26	27	27	26	27	26	26	25	25	25	24	24	24	24	22	22	21
12000	12	15	25	25	26	26	27	26	26	26	25	25	25	25	24	24	24	24	24	21	20
12500	12	15	19	21	21	22	23	23	24	24	25	25	25	24	24	24	23	23	23	21	20
13000	12	15	19	21	21	22	23	23	24	24	25	25	24	24	24	23	23	23	21	20	20

Lampiran 3. HasilDynotest



Hasildynotestpengujian 1

SPORTDYN V33
DYNAMOMETER: MOTOTECH RFD
ROLLER INERTIA: 1.446
Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

Jl. Ringroad Selatan, Kembangan, Singapore,
Singapore, 119074, Singapore
Tel: +65 274 363 03

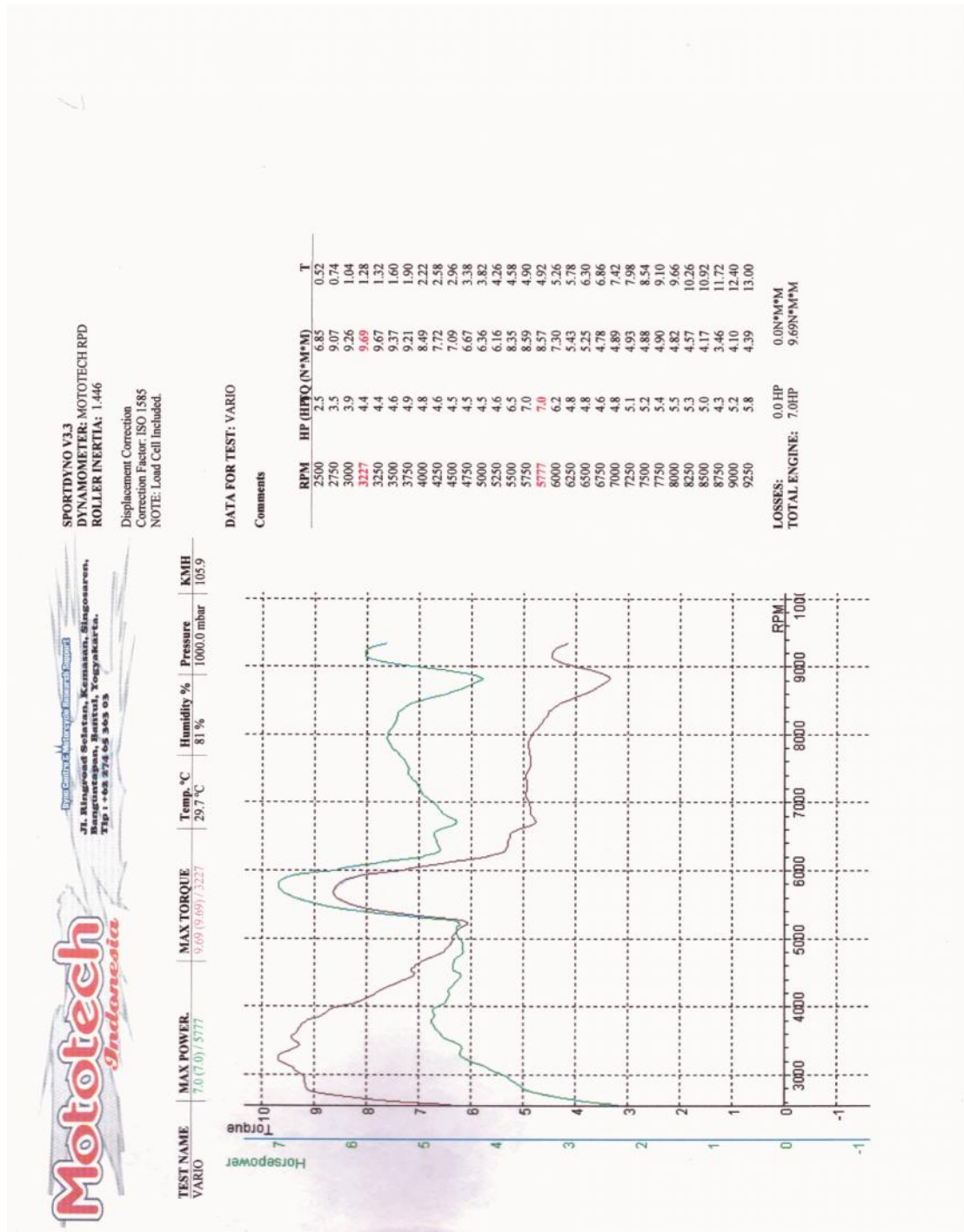


DATA FOR TEST: VARIO

Comments

RPM	HP (HPQ (N*M*M))	T
2750	4.2	9.98
3000	4.4	10.28
3250	5.5	11.99
3500	6.1	12.50
3750	6.3	12.54
4000	6.4	12.18
4250	6.3	11.27
4500	6.2	10.40
4750	6.1	9.72
5000	6.2	8.77
5250	6.2	8.35
5500	6.0	7.72
5750	5.9	7.21
6000	6.3	7.40
6250	6.7	7.55
6500	6.9	7.53
6750	7.1	7.49
7000	7.5	7.57
7250	8.0	7.81
7500	8.1	7.66
7750	8.1	7.37
8000	8.4	7.39
8250	8.8	7.49
8500	9.2	7.61
8750	9.2	7.40
9000	9.3	7.29
9250	9.4	7.14
9500	9.2	6.83
9750	9.1	6.62
10000	9.3	6.56
10250	9.5	6.52
LOSSES:		0.0 N*M*M
TOTAL ENGINE:		12.54 N*M*M
TOTAL ENGINE:		9.8 HP

Hasildynotestpengujian 1



Hasildynotestpengujian 2

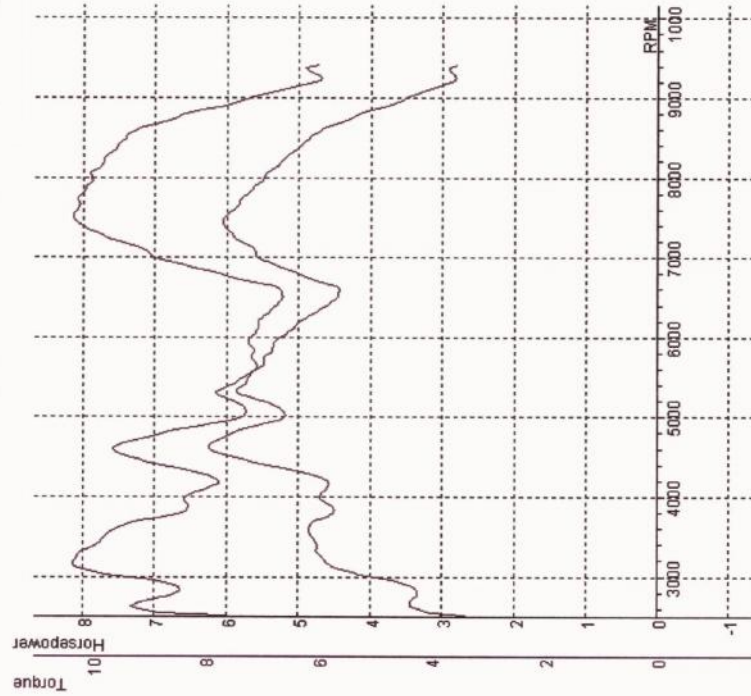


Jl. Ringroad Selatan, Kembangan, Singapore,
Mototech Indonesia, Yogyakarta Co.
Telp : +62 274 68 303 03

SPORTDYN V33
DYNAMOMETER: MOTOTECH RPD
ROLLER INERTIA: 1.446

Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH
VARIO	8.1 (8.1)/7506	10.34 (10.34)/3155	29.7 °C	81 %	1000.0 mbar	106.7



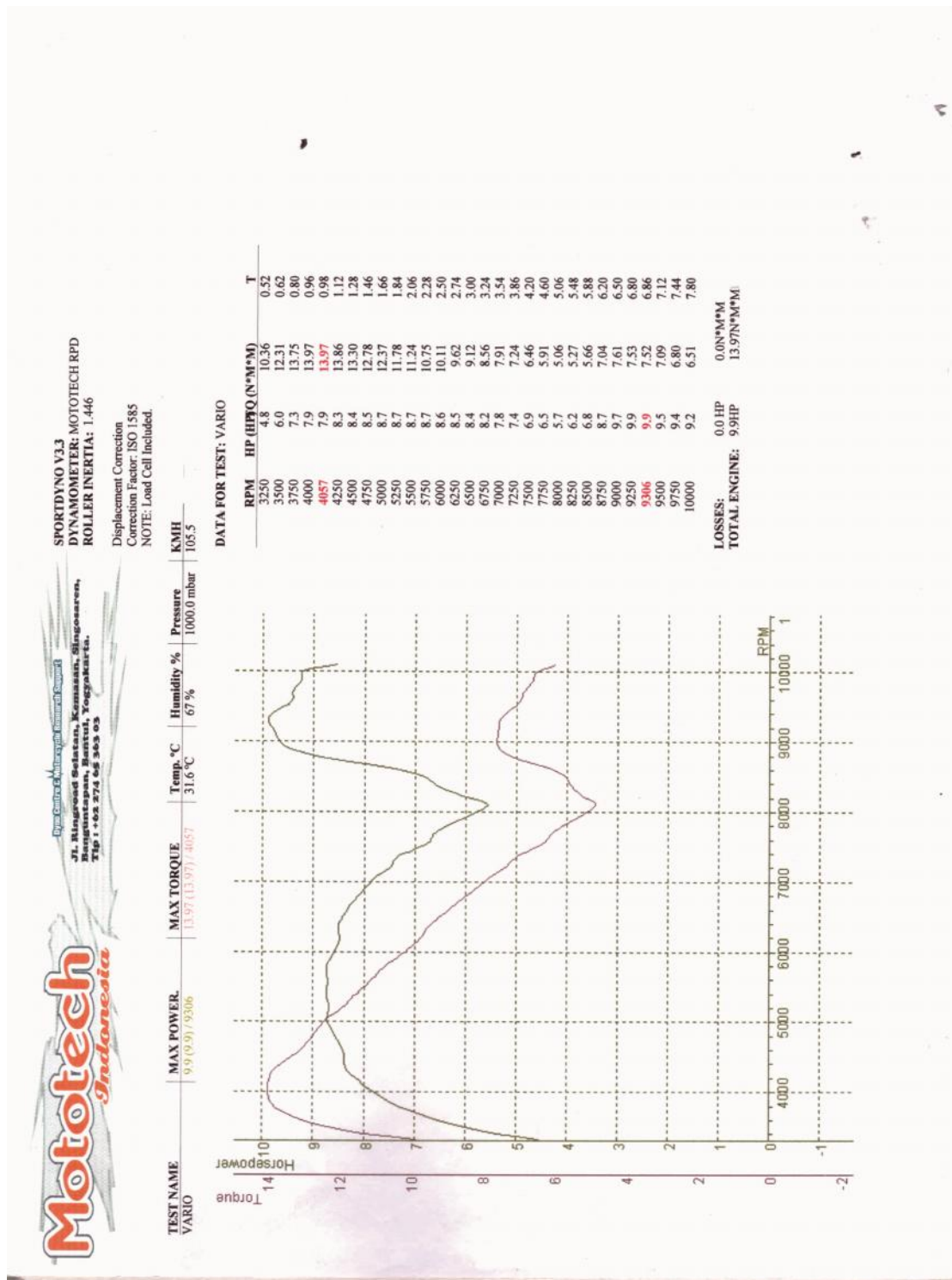
DATA FOR TEST: VARIO

Comments

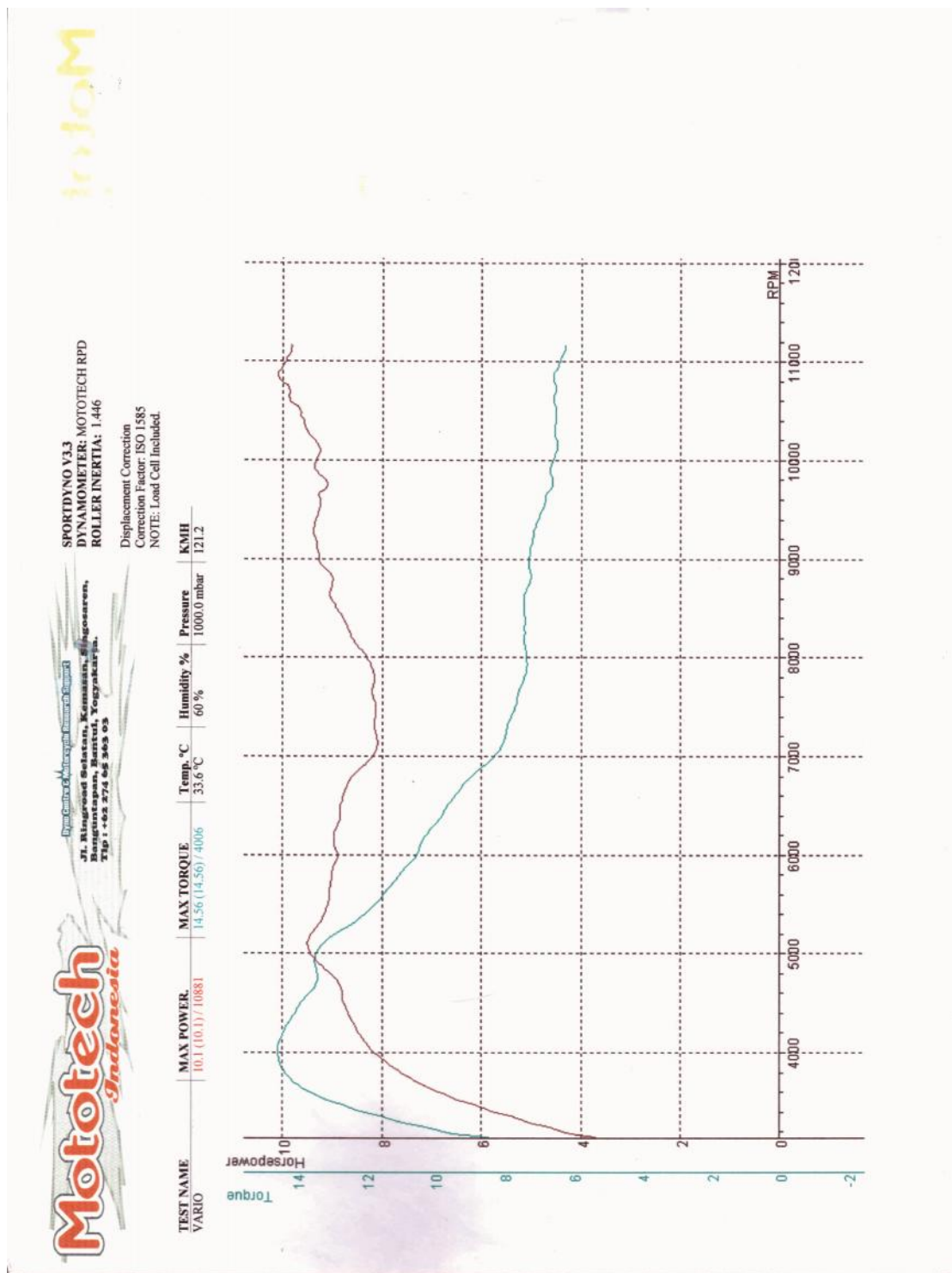
RPM	HP	HP(N*M*60)	T
2500	2.9	8.12	0.52
2750	3.4	8.69	0.82
3000	4.0	9.57	1.10
3155	4.6	10.34	1.26
3250	4.7	10.25	1.36
3500	4.8	9.74	1.66
3750	4.6	8.71	1.96
4000	4.7	8.31	2.30
4250	4.7	7.91	2.64
4500	6.0	9.39	2.92
4750	6.0	8.91	3.24
5000	5.2	7.31	3.60
5250	5.7	7.73	3.96
5500	5.7	7.28	4.34
5750	5.7	6.96	4.72
6000	5.6	6.65	5.14
6250	5.5	6.22	5.58
6500	5.2	5.67	6.08
6750	6.0	6.22	6.52
7000	7.0	7.09	6.90
7250	7.7	7.49	7.26
7500	8.1	7.66	7.62
7506	8.1	7.66	7.62
7750	8.1	7.34	8.00
8000	7.9	6.96	8.40
8250	7.7	6.59	8.80
8500	7.4	6.14	9.26
8750	6.7	5.39	9.78
9000	5.7	4.46	10.40
9250	4.7	3.57	11.18

LOSSES: 0.0HP
TOTAL ENGINE: 8.1HP
0.0N*M*60
10.34N*M*60

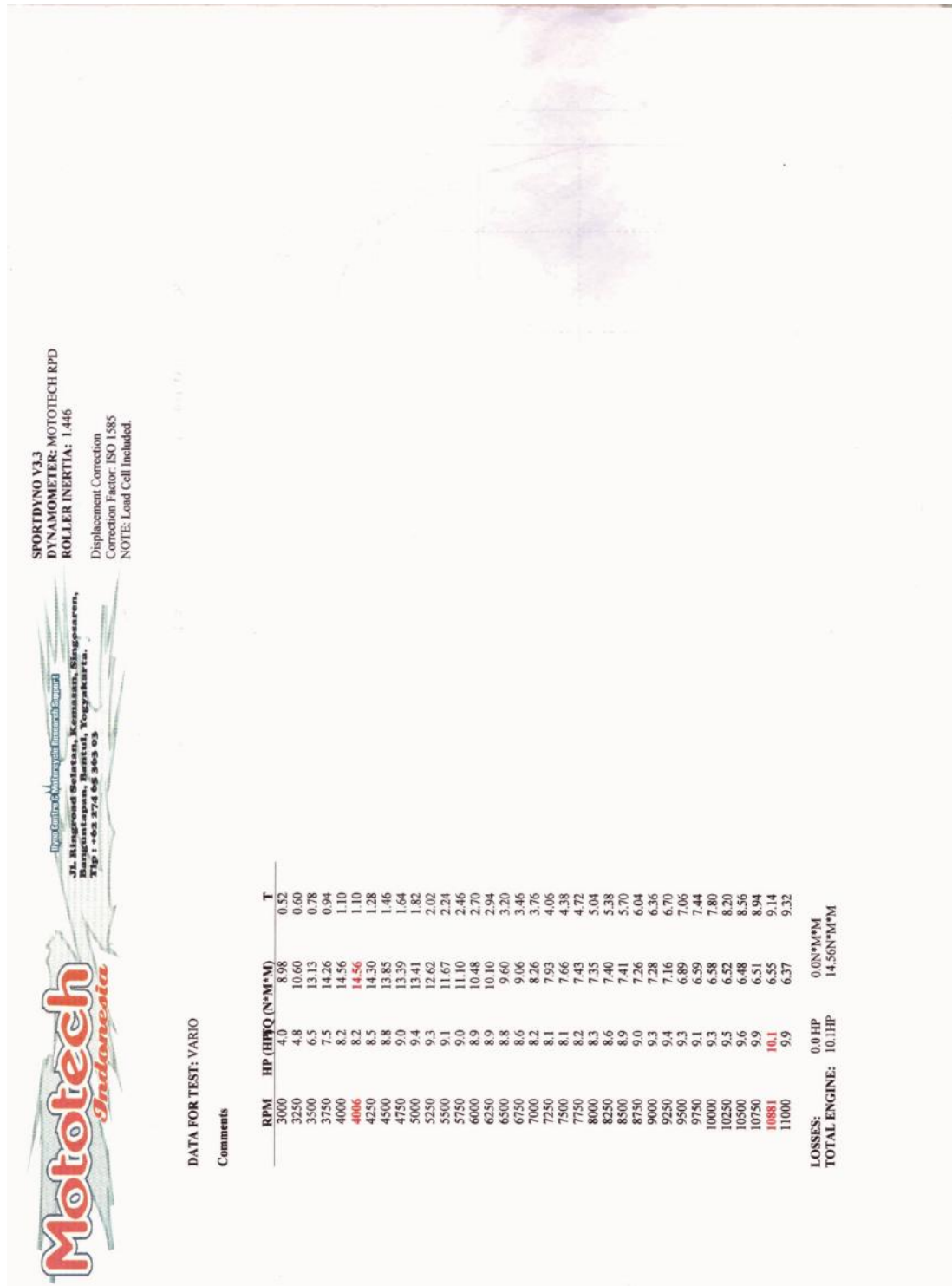
Hasildynotestpengujian 3



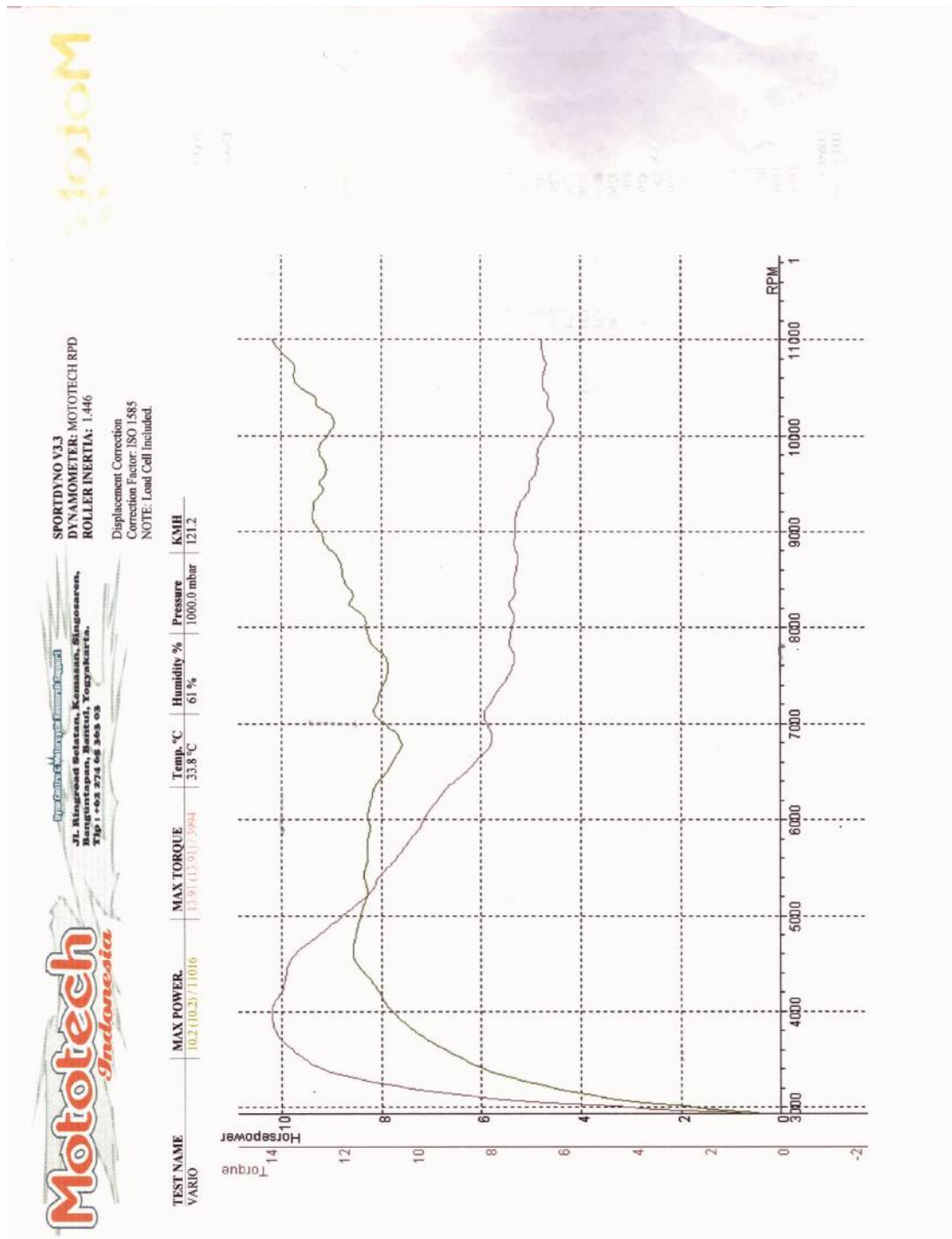
Hasildynotestpengujian4



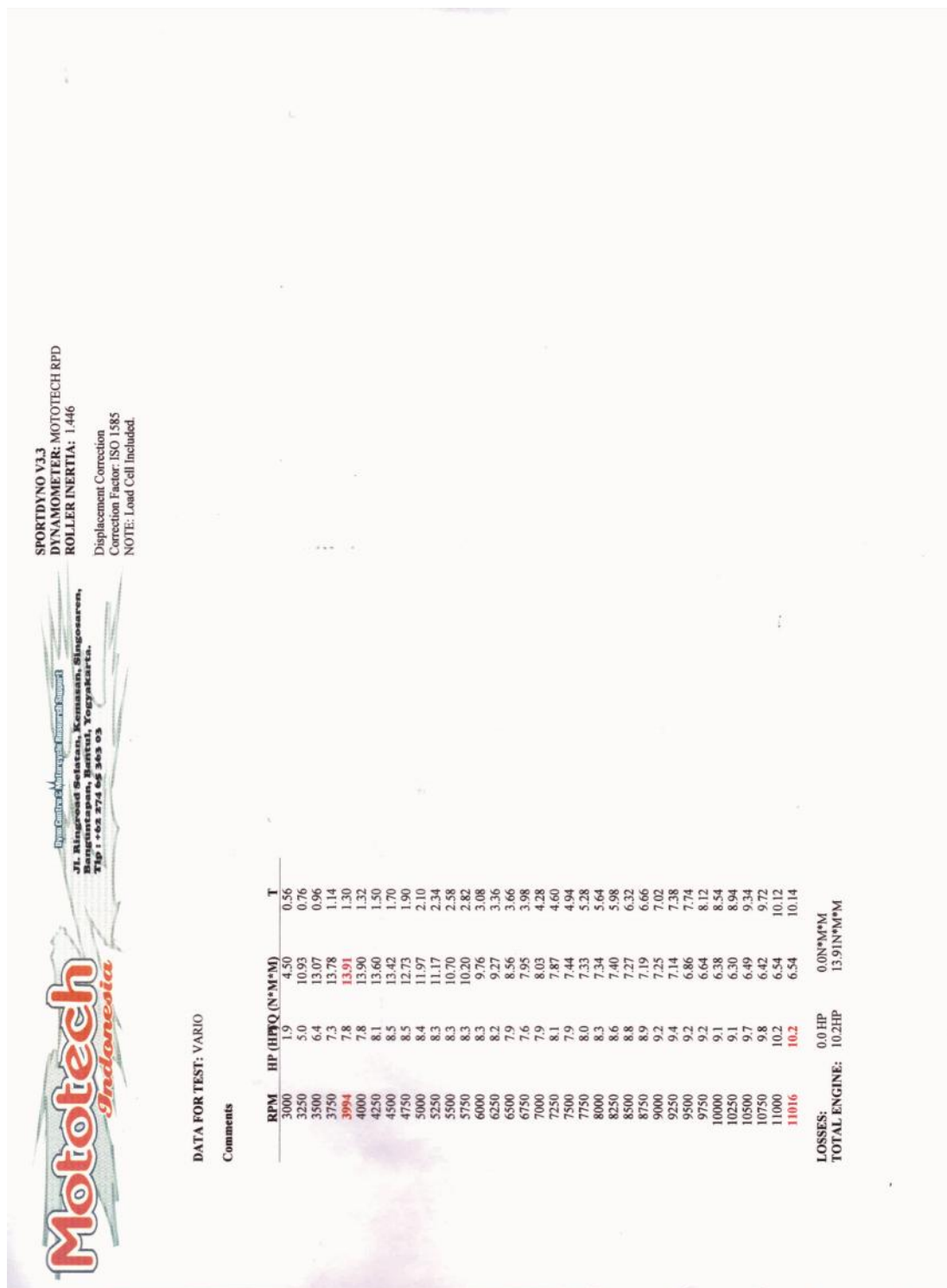
Hasildynotestpengujian5



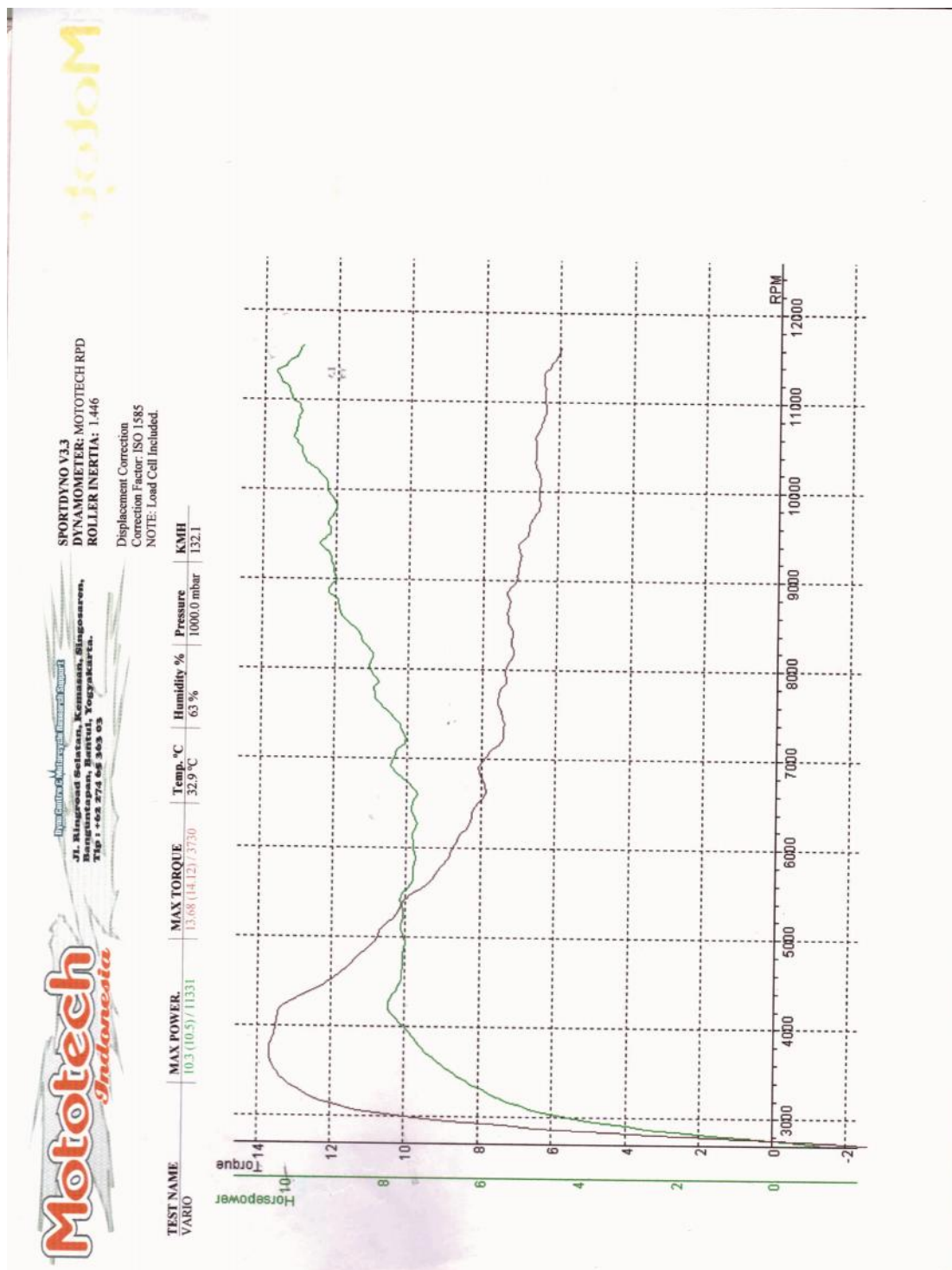
Hasildynotestpengujian5



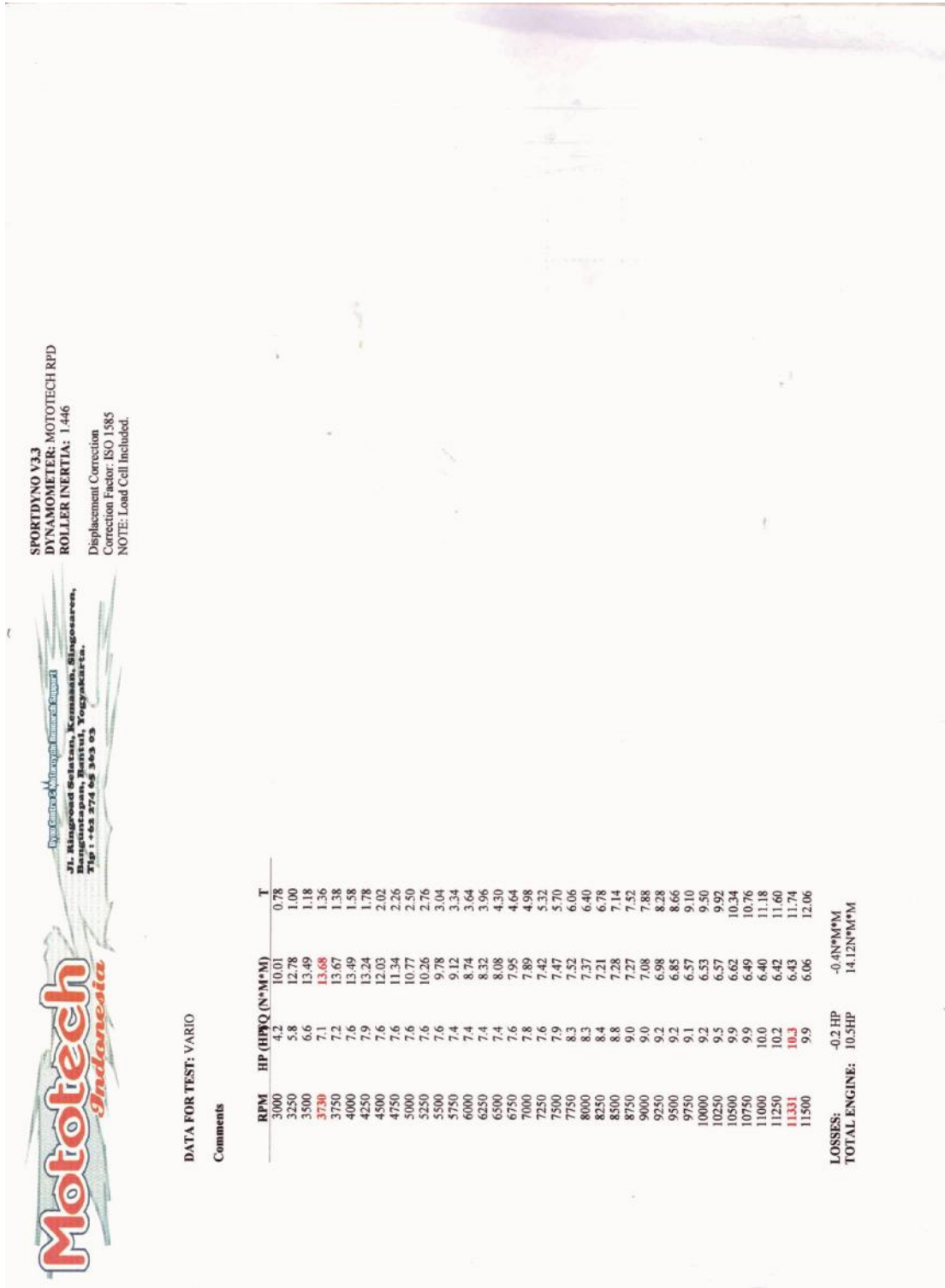
Hasildynotestpengujian6

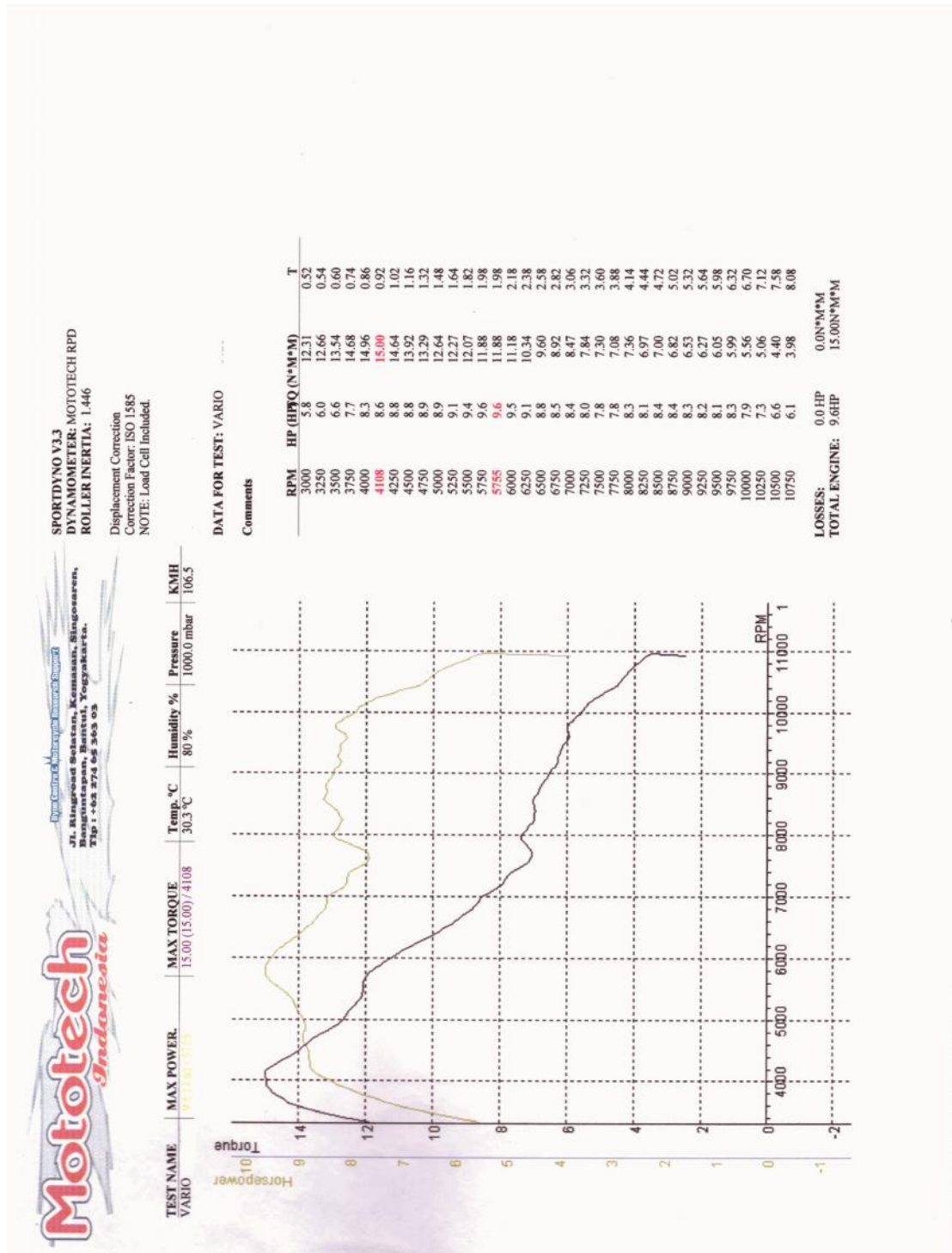


Hasildynotestpengujian6



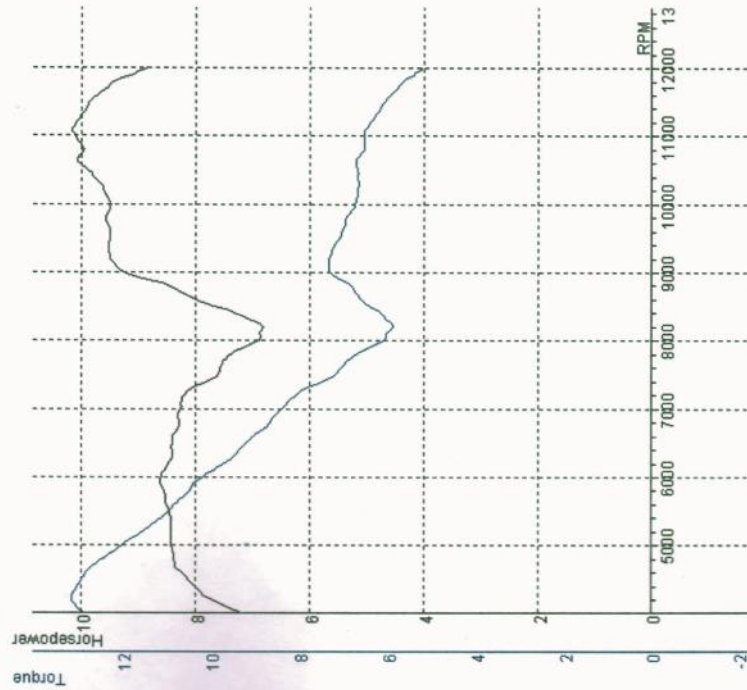
Hasildynotestpengujian7





Hasildynotestpengujian 8

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH
VARIO	10.2 (10.2) / 11064	13.14 (13.14) / 4242	32.3 °C	63 %	1000.0 mbar	120.2



DATA FOR TEST: VARIO

RPM	HP (HHP)	(N·m·M)	T
3500	7.3	12.95	0.52
3750	7.4	13.00	0.54
4000	7.5	13.04	0.56
4250	7.8	13.14	0.64
4500	8.2	13.13	0.66
4750	8.4	12.88	0.82
5000	8.4	12.55	0.98
5250	8.4	11.99	1.16
5500	8.4	11.41	1.34
5750	8.5	10.91	1.54
6000	8.5	10.52	1.74
6250	8.6	10.17	1.94
6500	8.4	9.56	2.16
6750	8.4	9.18	2.38
7000	8.3	8.71	2.62
7250	8.3	8.34	2.88
7500	8.1	7.95	3.14
7750	7.6	7.14	3.44
8000	7.4	6.79	3.74
8250	6.9	6.08	4.08
8500	7.7	5.90	4.42
8750	8.4	6.40	4.74
9000	9.3	6.76	5.06
9250	9.5	7.30	5.34
9500	9.5	7.26	5.62
9750	9.6	7.07	5.90
10000	9.6	6.93	6.22
10250	9.5	6.70	6.52
10500	9.6	6.63	6.82
10750	9.9	6.66	7.14
11000	10.0	6.56	7.44
11064	10.2	6.49	7.76
11250	10.0	6.50	7.84
11500	9.9	6.30	8.10
11750	9.5	6.05	8.44
12000	8.8	5.69	8.82
		5.18	9.22

LOSSES: 0.0 HP
TOTAL ENGINE: 10.2HP
0.0N·m·M
13.14N·m·M

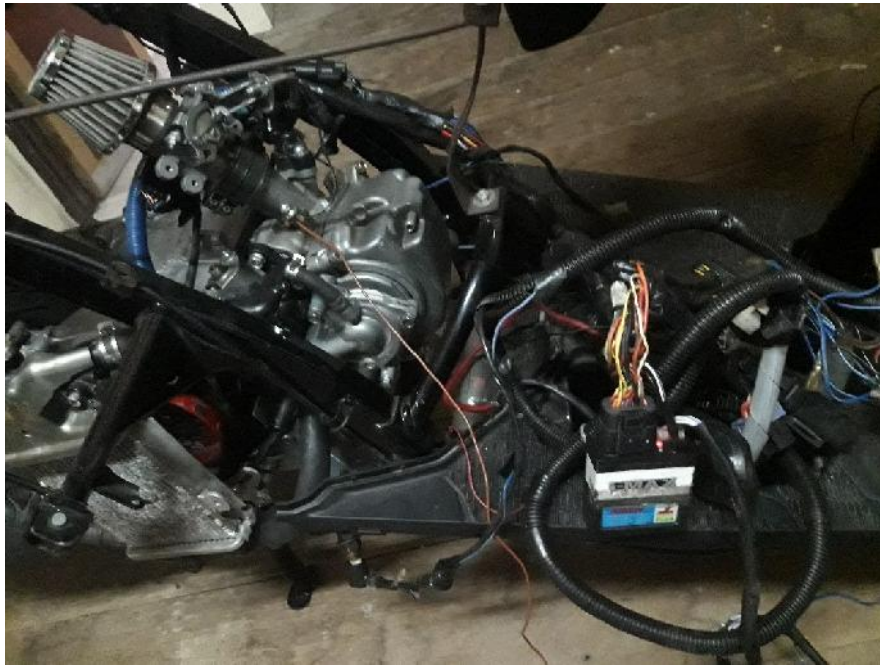
Lampiran 4. Dokumentasi



Pengujian dyno test



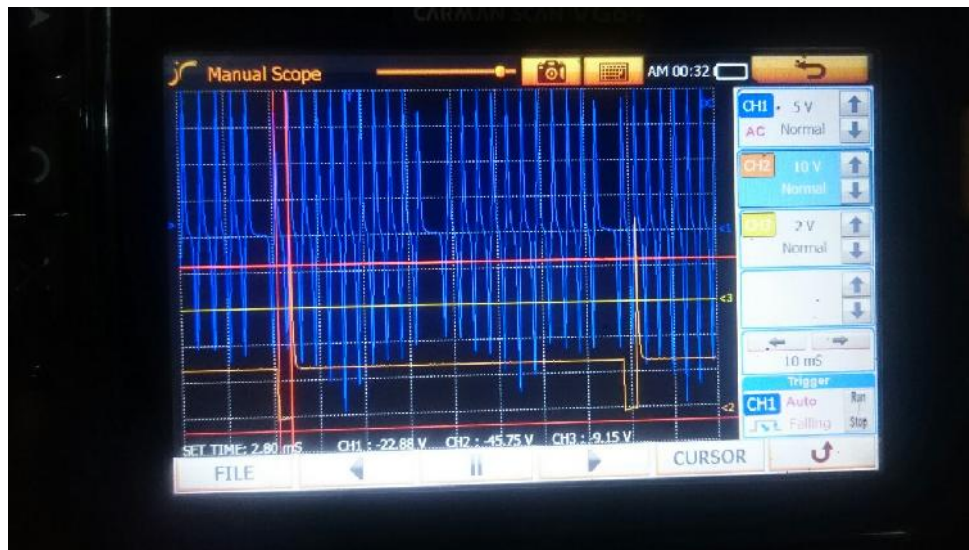
Mesin modifikasi dengan ecu standar



Mesin modifikasi dengan ECU programmable juken 2



Setingan timing pengapian



Pembacaan Pencarian setingan durasi injeksi menggunakan osiloscope



Seting maping injeksi



Setting ECU programmable

Lampiran 5. KartuBimbingan



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Chahyo handoko
No. Mahasiswa : 13504244002
Judul PA/TAS : Pengaruh Perubahan Durasi Injeksi Dan Timing Pengapian Terhadap
Peforma Mesin Honda Vario 125 Menggunakan ECU Programable Juken
2 Yamaha Vixion Pada Mobil Hybrid H15 Garuda UNY
Dosen Pembimbing : Dr.Zainal Arifin,.M.T.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	5-12-2016	Konsultari Judul	Membuat BAB 1,2	
2	16-01-2017	Bimbingan BAB 1,2	Revisi BAB 1,2	
3	18-01-2017	Bimbingan BAB 1,2	Lanjut membuat BAB 3	
4	25-01-2017	Bimbingan BAB 3	Revisi BAB 3 Lanjut BAB 4	
5	21-03-2017	Konsultari BAB 4	Lanjut kan BAB 4	
6	16-09-2017	Bimbingan BAB 4	Lanjutkan BAB 5, Revisi BAB 4	
7	19-09-2017	Bimbingan BAB 4,5	Lengkap Semua BAB + LAMPIRAN	
8	25-09-17		Selesai tugas	

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS

Lampiran 6. BuktiHasilRevisi



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

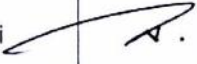
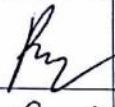
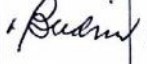
BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Chahyo Handoko
No. Mahasiswa : 13504244002
Judul PA D3/S1 : PENGARUH PERUBAHAN DURASI INJEKSI DAN TIMING
PENGAPIAN TERHADAP PEFORMA MESIN HONDA
VARIO 125 MENGGUNAKAN ECU *PROGRAMMABLE*
JUKEN 2 YAMAHA VIXION PADA MOBIL HYBRID H15
GARUDA UNY

Dosen Pembimbing : Dr. Zainal Arifin, M.T.

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Dr. Zainal Arifin, M.T.	Ketua Penguji		12.10.17
2	Prof. Dr. Herminarto Sofyan, M.Pd.	Sekretaris Penguji		12.10.17
3	Dr. Agus Budiman, M.Pd.,M.T.	Penguji Utama		16-10-17

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1